

Bases sensoriais da percepção

1.1. O ambiente e sua percepção

Freqüentemente, a Psicologia é definida como a ciência que estuda o comportamento e os processos mentais. A Psicologia acadêmica aborda diversos assuntos, como bases fisiológicas do comportamento, desenvolvimento psicológico, aprendizagem, percepção, memória, motivação, emoção, inteligência, linguagem e pensamento, personalidade, psicopatologia, influências sociais sobre o comportamento e outros. O estudo da percepção é, talvez, o seu ramo mais antigo. Cabe à análise experimental compreender as bases sensoriais da percepção, a fim de desvendar o mistério de como nos é possível perceber o mundo que nos cerca através dos órgãos sensoriais. X

Você acha que a percepção que temos do nosso ambiente é perfeita? Antes de emitir sua opinião, convém lembrar que não somos capazes de ouvir sons de alta frequência (ultra-sons) como os morcegos e os cães; não conseguimos ver o ultravioleta, como as formigas, as abelhas e outros insetos; não percebemos campos elétricos ou magnéticos, como o fazem os peixes elétricos e algumas aves migratórias; tampouco conseguimos sentir o cheiro deixado pelo corpo de uma outra pessoa, fato corriqueiro na vida dos cães. Algumas destas incapacidades serviram de inspiração para os escritores de ficção científica criarem seres fantásticos, dotados de uma percepção da realidade diferente daquela que conhecemos. X

Se você perguntar a dez pessoas quantos sentidos nós possuímos, a maioria responderá que o ser humano possui cinco sentidos: visão, audição, tato, olfação e gustação. Talvez alguns declarem que são dotados de um sexto sentido, cuja função raramente é definida com clareza, proporcionando-nos a vaga impressão de tratar-se de uma modalidade sen-

sorial enigmática que a ciência ainda não conseguiu compreender. Poucos acrescentarão à lista dos sistemas sensoriais o sentido cinestésico. Ele nos permite perceber a posição dos membros e o sentido do equilíbrio do corpo, também conhecido como sentido vestibular. Muito raramente alguém menciona o sentido orgânico. Ele nos fornece informações sobre a hidratação (sede), nutrição (fome), condição hormonal (sexo) e oxigenação (ar). Além disso, convém lembrar que a visão, por exemplo, não é um só sentido. Compreende a visão de cores, forma, movimento e outros, como veremos posteriormente.

De quantos sistemas sensoriais você havia se lembrado?

Para um psicólogo, nem sempre é importante saber o número exato de modalidades sensoriais do ser humano. É imprescindível, no entanto, saber para que servem e como funcionam, a fim de compreender os comportamentos que dependem de uma correta percepção dos estímulos do ambiente e das condições físicas e orgânicas do próprio corpo. Todos os nossos órgãos dos sentidos têm características comuns: possuem receptores que são células nervosas especializadas, capazes de responder a estímulos específicos. Recebem, transformam e transmitem, para o restante do sistema nervoso, um grande número de informações existentes no ambiente, na superfície e no interior do nosso organismo.

1.2. Transdução sensorial e classificações dos receptores

A especificidade dos sistemas sensoriais não é dada apenas pela especialização das células receptoras. Também o é pelas vias ascendentes e suas conexões neurais com os centros específicos do sistema nervoso central (áreas sensoriais primárias), onde ocorre a integração da informação. Devido a esta especificidade, não somos capazes de ouvir música com os olhos, nem ver cores com os ouvidos ou através da pele.

Os receptores são classificados de diferentes maneiras por diversos autores. Na tabela 1.1 foram reunidas duas das classificações mais frequentemente encontradas. De acordo com a primeira, os receptores sensoriais podem ser classificados em quatro grupos, de acordo com o tipo de estímulo para o qual são especializados. Mecanorreceptores são sensíveis à energia mecânica (pressão); termorreceptores são sensíveis à energia térmica (calor e frio); fotorreceptores são sensíveis à energia eletromagnética (luz) e quimiorreceptores são sensíveis à presença de substâncias químicas. Mecanorreceptores são responsáveis pela audição, sentidos vestibular e cinestésico e pela sensação de pressão cutânea. Os termorreceptores encontram-se na pele e em outras regiões do corpo humano. São sensíveis às modificações de temperatura. Os quimiorreceptores são responsáveis pela olfação e gustação, acusando a presença de substâncias químicas na

mucosa nasal e na língua. Finalmente, a visão depende dos fotorreceptores presentes na retina.

Alguns autores acrescentam um quinto grupo referente aos receptores da dor, denominados nociceptores, os quais se encontram espalhados por quase todo corpo. Trata-se de receptores que respondem à estimulação mecânica, térmica e química, desde que muito intensa, isto é, capaz de injuriar o organismo. Entre as poucas regiões que não possuem receptores para a dor, estão o cérebro e o colo do útero.

A classificação acima é baseada na função dos receptores sensoriais. No entanto, existem classificações de outro tipo. Uma delas dá ênfase à relação espacial entre o organismo e os estímulos, sugerindo a divisão dos receptores sensoriais em três grupos: exteriorreceptores, propriorreceptores e interreceptores.

Exteriorreceptores são responsáveis pela captação de estímulos externos ao organismo. Podem estar distantes, como os estímulos visuais e auditivos, ou próximos, como os estímulos gustativos, olfativos e cutâneos. No primeiro caso, são denominados telerreceptores e, no segundo, proximorreceptores. Estes, entretanto, exigem o contato do organismo com o objeto ou moléculas de substâncias. Os interreceptores, ou sentidos profundos, são receptores destinados à percepção do estado interno do nosso organismo, como, por exemplo, fome, sede e sexo. Trata-se de modificações de funções orgânicas, devidas a alterações na concentração de diversas substâncias no organismo. Por exemplo, sais minerais, oxigênio, gás carbônico e hormônios. Os propriorreceptores fornecem informações sobre o movimento, postura e equilíbrio do corpo, e consistem em receptores do sistema cinestésico e vestibular. Este conjunto de receptores é responsável por comportamentos como andar a pé ou de motocicleta, falar, assobiar, suspirar, afagar e beijar. Permitem-nos, também, tomar conhecimento de modificações que acompanham nossas emoções. Por exemplo, as batidas fortes do coração num momento de alegria, o "nó na garganta" e o "aperto no coração" sentidos em outras ocasiões.

A classificação dos receptores de acordo com a localização dos estímulos, no entanto, não é óbvia. A olfação poderia ser considerada um telerreceptor, porque nos possibilita receber informações a respeito de objetos nem sempre próximos. Por exemplo, a presença de uma fábrica pode ser percebida a grandes distâncias através da poluição por ela provocada. É preciso considerar, porém, que tanto o cheiro agradável de uma flor quanto o cheiro aversivo de águas poluídas só poderão ser percebidos quando algumas moléculas do perfume e das substâncias poluentes entrarem em contato com as células receptoras olfativas alojadas em nossas narinas. O mesmo não acontece com os telerreceptores propriamente ditos. A visão e a audição proporcionam a percepção de objetos muito distantes. Não há necessidade de contato com os mesmos.

Na tabela 1.1 podemos comparar as duas classificações descritas an-

Tabela 1.1. Classificação dos receptores sensoriais quanto à sua função e quanto à localização dos estímulos.

Função do receptor	Localização do estímulo		Interorreceptores	Propriorreceptores
	Exterorreceptores	Interorreceptores		
	Telerreceptores	Proxirreceptores		
Fotorreceptores	Visão			
Mecanorreceptores	Audição	Tato (pressão)		Cinestésico Vestibular
Termorreceptores		Temperatura		
Quimiorreceptores	Olfacção	Olfacção Gustação		
Nociceptores		Dor	Dor	Dor
Funções orgânicas			Nutrição Hidratação Hormônios Oxigenação etc.	

teriormente. Verifica-se que os mecanorreceptores consistem, na realidade, de receptores localizados em regiões bem diversas do corpo, como, por exemplo, na pele (tato), no ouvido (audição) e nos músculos (cinestésico). Os propiorreceptores consistem em um grupo bastante heterogêneo de receptores. Fornecem informações sobre o equilíbrio, o movimento dos membros e o perigo de ter o tecido de alguma parte do corpo injuriado. Por outro lado, verificamos que os receptores da audição foram classificados como mecanorreceptores, porque respondem à energia mecânica (pressão exercida pelo som), e telerreceptores, porque informam a respeito de coisas externas e distantes do organismo.

No princípio do capítulo, vimos que as células receptoras são capazes de receber, transformar e transmitir, para o restante do sistema nervoso, informações a respeito do ambiente.

Em que consiste o ambiente? Basicamente, em duas coisas: matéria e energia. Objetos, pessoas e animais são feitos de matéria; a luz do sol ou de uma lâmpada, o som que vem do rádio, a chama que aquece a panela no fogão são diferentes tipos de energia (eletromagnética, mecânica e térmica, respectivamente). Receptores reagem diante da energia existente no ambiente, seja ela energia refletida ou produzida pelos objetos, pessoas e animais. Isto é, quando olhamos para uma criança, as células receptoras dos nossos olhos captam a luz refletida pela superfície de seu corpo e de sua roupa; no entanto, quando olhamos para uma lâmpada, a estimulação dos receptores ocorre devido à energia (luz) produzida pela própria lâmpada. Dependendo do tipo de lâmpada, esta mesma energia eletro-

magnética será captada também por termorreceptores de nossa pele. Neste caso, sentiremos seu calor.

Nós "ouvimos" um gato miar quando a energia mecânica, produzida por suas cordas vocais, é transferida para as moléculas existentes no ar e transmitida para nosso ouvido. Ela também atinge outras regiões de nosso corpo. Porém, como lá não existem receptores para este tipo de energia mecânica, só ouviremos o miar do gato com nossos ouvidos.

Todas as células receptoras, não importa qual a sua especialização, transformam a energia por elas captada em um único tipo de energia, comum a todo o sistema nervoso: a energia eletroquímica, cuja principal característica é o fluxo de íons através da membrana celular, podendo dar origem ao impulso nervoso (fig. 1.1). Isto é, a resposta das células consiste em uma mudança no potencial de repouso de suas membranas. Por exemplo, tanto um fotorreceptor do olho quanto um termorreceptor da pele, quando estimulados, darão origem a uma mesma resposta: modificação do estado iônico e de suas membranas. Esta transformação, ou tradução de um tipo de energia em outro, é denominada *transdução*. É o processo que caracteriza as células receptoras dos órgãos dos sentidos.

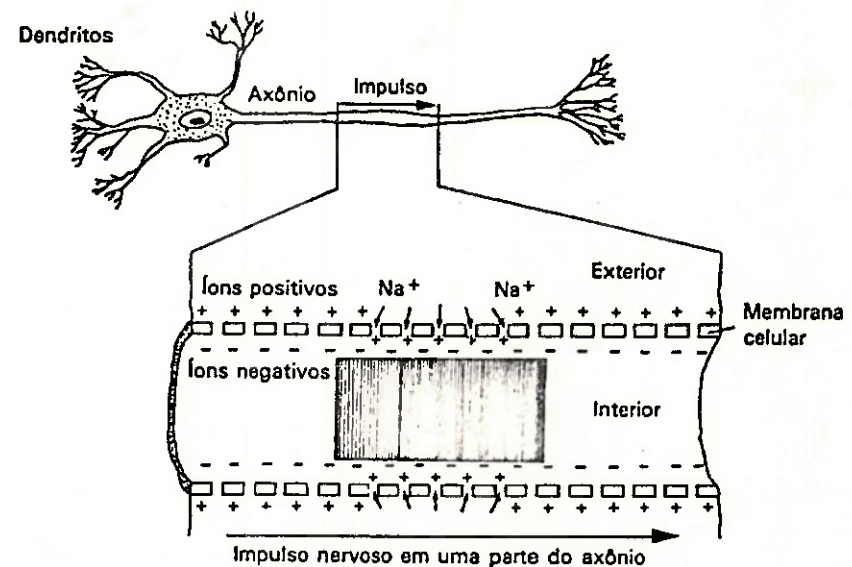


Figura 1.1. Quando o neurônio está em repouso, há equilíbrio entre os íons que se encontram nas vizinhanças da membrana celular: no exterior da célula, nas proximidades da membrana, encontram-se íons positivos e no interior, íons negativos. Por outro lado, quando o neurônio está ativo, isto é, quando conduz um impulso nervoso, ocorrem modificações iônicas no meio celular, dentre as quais destaca-se a migração de íons positivos (Na^+) para o interior da célula. A migração destes íons através da membrana semipermeável altera momentaneamente as características eletroquímicas da célula. (Ilustração segundo McGuigan, 1974.)

Para haver transdução, isto é, para podermos ver uma luz, ouvir um som, sentir a temperatura de um objeto, o cheiro e o gosto de uma substância, é preciso que o estímulo tenha uma determinada intensidade. O receptor não será excitado por estímulos demasiadamente fracos. No caso da olfação e da gustação, é a concentração, ou seja, o número de moléculas da substância que determina a intensidade do estímulo.

1.3. Após a transdução

Depois que o receptor transformou em energia eletroquímica (neuronal) a energia recebida do ambiente, ela será encaminhada para as células nervosas aferentes e a outras partes do sistema nervoso. No organismo, mais especificamente, no sistema nervoso, a energia elétrica é propagada na forma de impulsos nervosos através dos milhares de neurônios que o constituem.

Convém lembrar que o impulso nervoso se propaga de um neurônio para outro através de estruturas funcionais denominadas *sinapses*. Em algumas destas sinapses, o impulso nervoso provoca modificações nas substâncias químicas que se encontram nestes pequenos espaços entre dois neurônios vizinhos. Estas modificações, por sua vez, desencadeiam um novo impulso na célula seguinte. É nestas sinapses que age a maioria das drogas capazes de alterar a sensibilidade e o comportamento, como os anestésicos, analgésicos, alucinógenos, estimulantes e calmantes.

De sinapse em sinapse, a informação sobre o ambiente é transferida para o cérebro, onde, finalmente será integrada às demais informações provenientes do mesmo ambiente (fig. 1.2). Por exemplo, a presença de seu cachorro molhado pela chuva, entrando em sua sala, pode ser anunciada por vários receptores sensoriais, concomitantemente. Seu sistema visual permitirá que você veja o pêlo molhado e embaraçado; seu sistema auditivo permitirá que você ouça a respiração, os latidos e o ruído característico quando se sacode, espalhando gotas de água pela sala inteira. Seu sistema tátil permitirá confirmar que o pêlo do animal está molhado, frio e grudento. Finalmente, seu sistema olfativo fornecerá informações sobre o cheiro pouco agradável de seu cão molhado pela chuva. Só depois que todos estes dados chegarem ao cérebro, acrescidos da informação, dada pela memória, de que um cão limpo e seco é uma companhia mais agradável, você chegará à brilhante conclusão de que o seu cachorro precisa de um banho.

É no cérebro que as informações sobre o ambiente são integradas com nossas experiências passadas (memória), nossas motivações e emoções presentes. Assim, você desiste de dar um banho de água fria com a mangueira do jardim, pois, subitamente, lembra-se dos banhos mornos recomen-

dados na última visita ao veterinário. Você também se lembra que sua mãe proibiu terminantemente banhos mornos no chuveiro do banheiro. Agora, seu estado emocional oscila entre a pena sentida pelo cão molhado e frio e a preguiça de esquentar água no fogão para lhe dar um banho no tanque. Você resolve a situação, decidindo enxugar seu cachorro com a toalha e passar um pouco de perfume.

No momento que você está lendo esta página, seu cérebro também está recebendo informações de outros estímulos do ambiente em que você se encontra. Por exemplo, a posição em que se encontra o seu pé esquerdo, os ruídos do motor da geladeira, de um carro passando na rua, do relógio mais próximo, a cor da pele de sua mão, a temperatura e o cheiro do ar. Sua atenção, no entanto, não estava igualmente voltada para todos esses estímulos. Alguns faziam parte de um fundo geral. Outros mereciam mais atenção; esta, no entanto, deveria estar primordialmente voltada à leitura deste livro.

No capítulo 3, estudaremos melhor a natureza da atenção, para poder avaliar o papel que ela desempenha na percepção.

Podemos adiantar, em resumo, que muitas coisas podem afetar a nossa atenção: nossas necessidades, interesses e valores. Obviamente, nossa atenção é voltada para os estímulos súbitos, novos e intensos. Estímulos intermitentes também são capazes de chamar nossa atenção. A seleção dos estímulos mais importantes para nossa sobrevivência em um dado momento é um fenômeno importante, pois, se prestássemos atenção igual a tudo que nos cerca, os estímulos mais importantes não seriam investigados de forma a assegurar um comportamento ajustado e bem-sucedido.

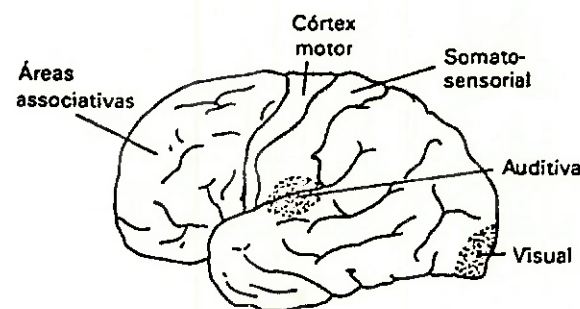


Figura 1.2. As informações oriundas dos diferentes sistemas sensoriais são integradas em áreas sensoriais primárias do córtex, como as áreas visual, auditiva e somato-sensorial. A integração da informação proveniente de várias áreas sensoriais primárias ocorre nas chamadas áreas associativas do córtex, que ocupam vastas extensões do cérebro. (Ilustração segundo Schmidt, 1980).

O efeito da motivação sobre a percepção

Não há dúvida de que a motivação e o estado emocional de uma pessoa influenciam, de modo decisivo, a sua percepção. Por esta razão, o experimentador interessado em estudar percepção tenta eliminar as diferenças individuais entre os sujeitos, em especial as decorrentes da motivação e emoção, procurando trabalhar com grupos homogêneos, aos quais fornece instruções altamente padronizadas. Quando ouvimos depoimentos de testemunhas e de pessoas diretamente envolvidas em um atropelamento, verificamos que alguns transeuntes dizem terem visto o carro ir de encontro à vítima. O motorista relata que o pedestre correu para a frente do carro, praticamente se atirando contra ele. Todos os observadores presenciaram exatamente a mesma cena. A diferença principal do que viram reside na motivação e emoção particulares de cada observador: o motorista quer se inocentar, os outros pedestres identificam-se com a vítima. Ninguém está mentindo! Cada um realmente viu algo diferente.

Uma pesquisa recente, nos Estados Unidos, verificou o importante papel desempenhado pela motivação na nossa percepção, demonstrando que grupos opostos vêem coisas diferentes. Espectadores de um jogo de futebol, entre o Darmouth e o Princeton, foram entrevistados. Havia sido um jogo bastante rude, com muitas faltas e penalidades. Os estudantes de Darmouth relataram que haviam visto um jogo duro, mas honesto. Atribuíam, sem dúvidas, o início das violências aos jogadores de Princeton. Os estudantes desta cidade, por outro lado, responderam que haviam presenciado a um jogo violento, sujo e desonesto, atribuindo toda a culpa ao time de Darmouth. Obviamente, o Princeton havia sido derrotado. A influência da motivação e da emoção na avaliação de cenas desse tipo é muito comum.

Difícilmente, um observador pode proteger-se contra a decorrente distorção perceptiva. Por isto, não raro, vemos os mesmos fatos descritos de forma diversa em jornais de tendências políticas opostas. A motivação torna a percepção seletiva e viesada. A diversidade não surge de diferentes

interpretações feitas conscientemente. Mas, sim, de uma "interpretação" diferente ao nível do sistema visual, e que não é passível de manipulações conscientes.

Um experimento clássico, que mostra a influência da motivação sobre o julgamento de tamanho (uma dimensão perceptiva que parece absolutamente objetiva), foi realizado com crianças de lares pobres e ricos, em 1947, pelos pesquisadores americanos Bruner e Goodman. Elas foram convidadas a julgar o tamanho de moedas. Deviam elas aumentar ou diminuir um círculo luminoso, até que ele ficasse do tamanho de cada uma das moedas apresentadas separadamente. O resultado surpreendente foi que as crianças pobres julgaram que as moedas eram muito maiores do que na realidade. Para estas crianças economicamente carentes as moedas possuíam um valor muito maior do que para as crianças ricas. Portanto, estavam mais motivadas. Julgando discos de papelão, cujo diâmetro era igual ao das moedas, não havia diferenças na percepção de tamanho das crianças ricas e pobres. A experiência mostrava que era, realmente, o "valor" intrínseco (econômico) do estímulo que causava a superestimação das moedas pelas crianças pobres.

O resultado deste estudo foi tão surpreendente que desencadeou uma série de experimentos adicionais com crianças e adultos, e utilizando outros estímulos. A maioria confirmou os resultados experimentais originais. Vejamos alguns destes estudos: em um dos experimentos que seguiu este paradigma, os sujeitos eram solicitados a avaliar o tamanho de potes cheios de balas, ou cheios de areia. Os potes cheios de balas (portanto, valorizados) eram julgados como maiores. Em outro experimento, as pessoas julgaram o tamanho de medalhas. Uma delas, que apresentava uma cruz suástica, foi superestimada. A interpretação dada, neste caso, foi que, tendo um "valor negativo", esta moeda aparentava ser maior. Um outro estudo muito interessante a respeito do julgamento de tamanho de moedas foi realizado com sujeitos adultos, induzidos, hipnoticamente, a acreditar que tinham tido uma infância rica ou pobre. O resultado foi exatamente o esperado: o grupo hipnotizado e sugestionado para se sentir rico julgou as moedas como sendo menores. Conclui-se, portanto, que deve haver algum efeito motivacional neste tipo de julgamento. Permanecem, no entanto, muitas dúvidas a respeito do assunto.

Mas não somente estados emocionais e motivacionais "abstratos", como pertencer a um grupo social definido, influenciam a percepção. A percepção também é influenciada por estados motivacionais mais elementares, como a fome e a sede. Uma pessoa faminta, ao se deparar com manchas de tinta sem sentido, prontamente as vê (interpreta) como sendo alimentos (frutas, por exemplo). Pessoas convidadas a ler palavras incompletas, apresentadas por meio de um taquistoscópio, lêem mais palavras relacionadas com alimentos quando estão com fome. Pessoas com sede têm a tendência de completar palavras com termos relacionados a bebida.

Um outro estudo clássico, que também se utilizou da técnica de reconhecimento de palavras apresentadas por taquistoscópio, foi realizado, em 1949, por McGinnies. Só que, desta vez, a motivação diferencial estava no conteúdo das próprias palavras a serem reconhecidas. Pedia-se que os sujeitos lessem palavras neutras e palavras "proibidas" (por exemplo, "puta", "bordel", "vagina" etc.), medindo-se a latência para reconhecer as palavras. Observou-se que as pessoas necessitavam de muito mais tempo para ler as palavras proibidas. O resultado foi interpretado em função de uma defesa perceptiva criada pelo próprio sujeito diante das palavras proibidas. A resposta psicogalvânica da pele denotava a ansiedade causada por estas palavras. Esta interpretação, no entanto, mereceu severas críticas de outros pesquisadores. Estes afirmavam que as palavras proibidas eram simplesmente reconhecidas com maior dificuldade, pois eram palavras usadas menos frequentemente. Ou seja, quanto mais usual for uma palavra, mais facilmente será reconhecida.

Um outro grupo de críticos lembra que as latências maiores para as palavras proibidas podiam ser explicadas, simplesmente, pela recusa consciente do sujeito em pronunciar a palavra proibida na presença do experimentador. Isto é, pode ser que a pessoa tenha lido a palavra, mas ela estanca e se pergunta, incrédula, se é "isto mesmo" que ela leu. De um modo geral, as pessoas sentem-se muito constrangidas quando o experimentador lhes pede que leiam as palavras "proibidas". Portanto, o sujeito espera até ter mais certeza de sua leitura, antes de se arriscar a pronunciá-las. Num experimento bastante elaborado, os sujeitos tinham um treino prévio a respeito das palavras proibidas, que eram associadas a palavras neutras. Neste caso, o tempo de reconhecimento de ambos os tipos de palavras era praticamente o mesmo. Diante de tais dados, fica difícil sustentar o conceito de defesa perceptiva, apesar de que um mecanismo destes caberia muito bem nessas funções.

Em síntese, pode-se afirmar que o estado motivacional do observador modifica a percepção. Estas modificações da percepção podem, no entanto, ser tão sutis e diversificadas que fica difícil medi-las, uma vez que as regularidades que ocorrem na percepção são muito mais proeminentes. Crianças pobres podem julgar erroneamente moedas, superestimando o seu tamanho. Porém, jamais farão julgamentos absurdos: o estímulo objetivo sempre manterá o observador em contato com a realidade.

Percepção e cultura (a influência da cultura sobre a percepção)

É muito comum afirmar-se que a percepção é influenciada pela cultura em que o indivíduo vive e/ou a que seu grupo pertence. No entanto, até que ponto a cultura e o grupo étnico realmente atuam sobre a percepção de um indivíduo é pouco conhecido, pois existe um reduzido número de pesquisas e estudos sobre este assunto e cujos resultados podem ser aceitos sem restrições.

Diferenças em funções perceptivas, encontradas em função da cultura ou do ambiente geográfico, podem ter várias origens e motivos. Em todos os casos, sempre será preciso diferenciar, com cautela, se existe realmente uma diferença na função perceptiva propriamente dita ou se a diferença está apenas na interpretação dos estímulos, que na verdade são percebidos igualmente, ou ainda se se trata apenas de um problema semântico, isto é, lingüístico, pois, como é sabido, em algumas línguas não existem termos apropriados, por exemplo, para todas as cores. Estas várias possibilidades tornam pesquisas deste gênero realmente difíceis.

Em primeiro lugar, precisamos considerar diferenças em funções perceptivas que se correlacionam diretamente com diferenças biológicas ou fisiológicas de um grupo étnico ou cultural. Assim, por exemplo, os povos que habitam regiões geográficas quentes possuem em geral olhos de coloração escura, o que na verdade, constitui-se numa adaptação seletiva que possibilita a estes indivíduos suportarem melhor a claridade do sol, notadamente da luz ultravioleta. Ocorre que a pigmentação da íris — que determina o olho escuro — é acompanhada também de uma pigmentação amarelada dos meios ópticos do olho (córneo e cristalino), o que faz com que indivíduos de olhos escuros possuam uma discriminação de cores inferior, principalmente na faixa azul-violeta. Deste fato resulta que alguns idiomas de povos africanos não possuem termos para designar estas cores. Num caso destes, a discriminação de cores, se medida por uma técnica que envolve respostas verbais, seria ainda influenciada por este fator

lingüístico. Da mesma forma, olhos claros, encontrados geralmente em indivíduos de regiões geográficas de clima mais ameno e frio, permitem uma pequena difração dos raios de luz, fazendo com que certas ilusões visuais, que dependem da nitidez com que são percebidos seus elementos, como a ilusão de Müller-Lyer (fig. 9.1), tenham maior magnitude de erro nestes indivíduos.

Outras diferenças nas funções perceptivas entre culturas parecem estar mais associadas ao ambiente geográfico em que o indivíduo vive. Se ele for levado a outro ambiente geográfico, sua função perceptiva se alterará até certo ponto, e, em geral, a função perceptiva de seus descendentes, criados no novo meio geográfico, não será diferente da dos outros habitantes desta região. Um exemplo clássico deste caso é encontrado entre os pigmeus, que habitam regiões florestais densas na África, e por isto dificilmente se deparam com um campo visual maior que 30 metros. O relato clássico de um antropólogo do início deste século mostra que um pigmeu, levado pela primeira vez a uma savana, deparando-se com um bando de búfalos a uma grande distância, perguntou a seu acompanhante que insetos eram aqueles. Devemos nos lembrar de que os pigmeus conheciam búfalos florestais, que na verdade são menores que os búfalos das savanas. Ao aproximar-se dos búfalos, o pigmeu reconheceu seu tamanho real, mas teve dificuldade em acreditar que se tratava dos mesmos "insetos" que tinha visto antes. As diferenças na visão de profundidade, em povos que habitam regiões geográficas de campo visual limitado, deixam claro que a função visual de visão de profundidade tem uma relativa plasticidade, não se desenvolvendo plenamente num ambiente limitado ou, melhor, desenvolvendo-se apenas o suficiente para o indivíduo sobreviver naquele meio.

Outro exemplo de influência da região geográfica, também relacionado à visão de profundidade, pode ser verificado no Brasil. No centro do país, o ar é em geral muito seco, e por isto muito transparente. Já nas regiões litorâneas, o ar é úmido e menos transparente. Por isto, um indivíduo que habita o centro do país irá superestimar as distâncias (grandes distâncias) nas regiões litorâneas, enquanto que um habitante da costa subestimar as distâncias no centro do país. É claro que, se o indivíduo mudar do litoral para o centro (ou vice-versa), após algum tempo aprenderá a fazer corretamente estimativas de distâncias em seu novo local de moradia.

Há outras diferenças em funções visuais que dependem menos da região geográfica natural do habitante do que do ambiente físico-cultural. O exemplo clássico se constitui nas diferenças de percepção oriundas do ambiente geométrico retangular (muitas vezes também denominado de "ambiente de carpinteiro") que predomina em todas as culturas ocidentais modernas. A arquitetura e os objetos manufaturados são predominantemente construídos em ângulos retos (as paredes das casas, as ruas e calçadas são retas; a mobília é retangular etc.). Em contraposição, exis-

tem algumas poucas culturas, como por exemplo a dos zulus, na África, cujo ambiente manufaturado é circular (ou curvo). As moradias são circulares e dispostas em círculos, e os caminhos são curvilíneos, mesmo que não haja obstáculos entre o ponto de partida e o de chegada. Parece que pelo fato de serem criados num "ambiente de carpinteiro", a grande maioria de nossos neurônios visuais sensíveis à direção tornaram-se especializados na direção vertical e horizontal. Por isto, somos mais sensíveis a desvios nestas direções. Outra consequência deste fato é que, se observarmos prolongadamente uma linha oblíqua, passaremos a percebê-la como vertical ou horizontal. Influencia também a percepção de ilusões geométricas, como por exemplo na ilusão de Ponzo e de Müller-Lyer (fig. 9.1), que são muito mais acentuadas em indivíduos criados em ambientes retangulares do que em indivíduos procedentes de ambientes curvilíneos. Zulus na África e papuas na Nova Guiné, dois povos que habitam ambientes manufaturados curvilíneos, praticamente não apresentam a ilusão de Müller-Lyer.

As diferenças provocadas pelo ambiente (retangular *versus* curvo) podem ser simuladas muito eficientemente com animais (macacos, gatos) que são criados nestes tipos de ambiente, em laboratórios. Os resultados estão de acordo com o que se observa entre seres humanos. Em especial, pode ser verificado que há alteração da proporção de células visuais sensíveis a direções oblíquas *versus* horizontais e verticais. Isto é, em animais criados em ambientes de ângulos retos encontrou-se um maior número de células visuais sensíveis à direção horizontal e vertical, quando comparados a animais criados em ambientes curvos.

Sobre as funções perceptivas mais elevadas, como a percepção de formas e figuras, os efeitos da cultura propriamente dita são, naturalmente, mais proeminentes. Neste caso, as diferenças são em geral devidas à atenção diferenciada que indivíduos de diferentes culturas prestam a diferentes aspectos das figuras, à interpretação que é dada à figura e também às diferenças lingüísticas.

Num experimento clássico realizado por Salomon Asch em 1947, foram mostradas a indivíduos de diferentes culturas as duas figuras abstratas reproduzidas na figura 18.1, e dados os nomes de "maluma" e "takete". Os indivíduos deveriam associar um nome a cada uma das figuras. O resultado obtido por Asch foi que indivíduos de povos de línguas ocidentais totalmente diversas associavam, em quase 100% das vezes, o nome "maluma" à figura curvilínea, e "takete" à figura retilínea, sugerindo que os sons das palavras indicavam curvilinearidade ou angularidade, independentemente do idioma.

No entanto, num experimento mais recente, realizado em 1975 por Susan Rogers e Abraham Ross, no qual as mesmas figuras e nomes foram apresentados a nativos songe e papua (Nova Guiné), as respostas foram totalmente casuais, evidenciando que onde se suspeitava de uma função

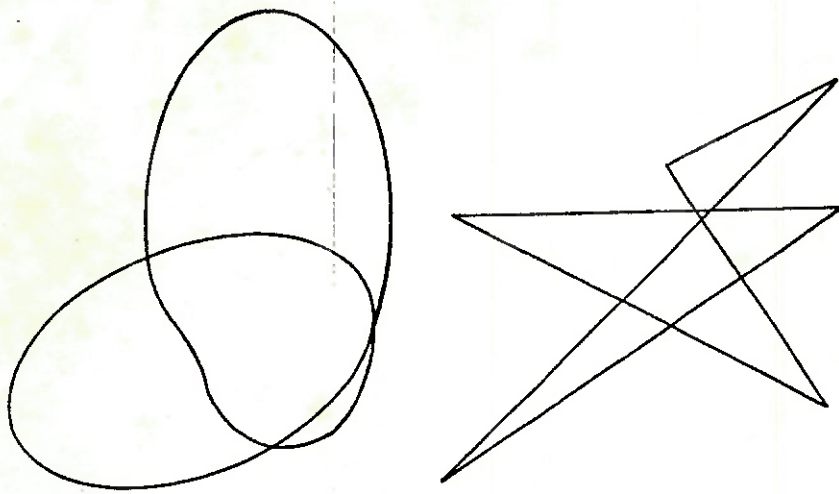


Figura 18.1. Se forem instruídas a associar os nomes MALUMA e TAKETE às duas figuras acima, a quase totalidade das pessoas que falam uma língua ocidental chamará de Maluma a figura curva. Parece que o "som" deste nome exprime uma certa curvilinearidade, enquanto o "som" de Takete faz lembrar algo angular. No entanto, povos primitivos de outras línguas não fazem a associação desta forma, mas respondem de maneira aleatória, associando cada figura de modo casual aos dois nomes.

perceptiva universal havia, na realidade, grande dependência lingüística. Estudos feitos em povos que quase não possuem representações pictóricas, isto é, não fazem desenhos de objetos, animais etc., como por exemplo os nativos songe, papua ou os me'em do interior da Etiópia, mostram que mesmo assim estes indivíduos são capazes de reconhecer desenhos de contornos, provando que a percepção de contornos corresponde a um processo básico na visão humana, mesmo que não seja utilizado para a representação pictórica. No entanto, estes povos que não possuem representações pictóricas, apesar de efetivamente reconhecerem os desenhos de contornos, tinham dificuldade em fazê-lo e achavam a tarefa de reconhecimento extremamente desgastante. Frequentemente, reconheciam um animal somente depois de reconhecer parte dele, isto é, reconheciam o focinho e a cauda de um cachorro, e somente em seguida eram capazes de reconhecer o cachorro como um todo. O reconhecimento era gradual.

Verificou-se que, para estes povos, é ainda mais difícil reconhecer cenas (isto é, eles reconhecem animais na figura, mas não o conteúdo de uma cena, como por exemplo dois cachorros brincando). A introdução de cor e de textura não melhora muito o reconhecimento, mostrando que a deficiência está basicamente na apresentação bidimensional dos desenhos, que

na verdade omite uma série de detalhes (o animal desenhado de lado só mostra um olho, uma orelha, duas patas etc.). Para estudar este aspecto, foram apresentadas duas figuras do mesmo animal: uma com uma visão lateral do animal, na perspectiva habitual (que seria facilmente reconhecida por nós), e a outra com uma projeção complexa, distorcida, mas que continha todos os elementos do animal (dois olhos, quatro patas etc.). Verificou-se que os nativos reconheciam o animal mais prontamente pela segunda figura, pois continha todos os elementos (mais informação) que podiam ser individualmente reconhecidos e integrados no animal completo. Aliás, convém lembrar os desenhos do Egito antigo, onde a figura humana, apesar da representação lateral, sempre era desenhada com os dois olhos, como se fossem indispensáveis para o reconhecimento perfeito da imagem.

Estes estudos mostram que o processo de reconhecimento das formas, pela formação de contornos, é universal, mas que figuras e seus significados são processados de maneira diferente. As representações pictóricas em perspectiva exigem a supressão de alguns elementos, reduzindo a informação contida na figura para seu reconhecimento, mas acrescentando outras informações sobre a cena envolvida (movimento, distância, relacionamento etc.). Parece que povos muito primitivos precisam de um máximo de informação para reconhecer a figura em si, não havendo mais lugar para a informação a respeito da cena envolvida. Nestes estudos relatados, verificou-se ainda que as pessoas mais velhas, que tinham tido menos contato com a civilização, cometiam um maior número de erros de reconhecimento. Nativos que passavam a frequentar uma civilização rica em representações pictóricas (fotografias, desenhos em cartilhas etc.) rapidamente aprendiam a ver figuras "normalmente".

A excessiva tendência do homem civilizado a fazer representações pictóricas bidimensionais leva a um excesso de percepção de profundidade. Como foi dito acima, a dificuldade dos indivíduos de povos primitivos em reconhecer desenhos é uma incapacidade de perceber a terceira dimensão numa figura desenhada em perspectiva. Devido a isto, apresentamos uma acentuada ilusão de Müller-Lyer (os povos primitivos quase não a têm), pois imediatamente vemos o padrão de Müller-Lyer como sendo um ângulo externo ou interno como é mostrado na figura 18.2.

O mesmo ocorre na ilusão de Ponzo (fig. 9.1), onde o ângulo é interpretado pelo nosso sistema visual, excessivamente orientado para a terceira dimensão, como duas linhas paralelas que se juntam na distância.

Nossa tendência a ver as coisas na terceira dimensão pode ser tão grande, que a figura 18.3, que corresponde a um padrão de linhas bidimensional, completamente estável e simétrico, é no entanto vista, às vezes, como um cubo em terceira dimensão.

A ênfase excessiva na terceira dimensão pode nos prejudicar. Tente, por exemplo, sem olhar para o desenho, reproduzir o "diapasão do dia-

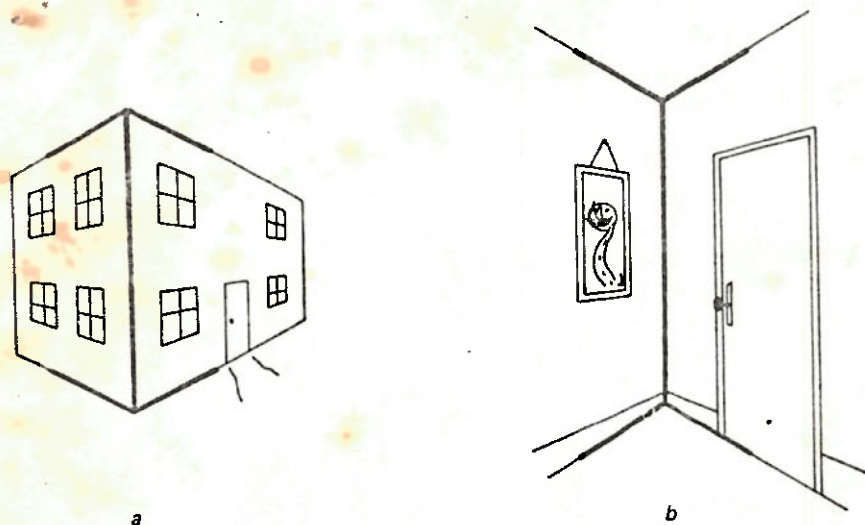


Figura 18.2. A clássica ilusão de Müller-Lyer inserida em seu contexto tridimensional. Vemos o padrão de linhas da ilusão de Müller-Lyer em terceira dimensão, mesmo que não haja o contexto explícito. Na figura *a* a linha central do padrão é vista como uma aresta próxima ao observador, enquanto na figura *b* a mesma linha é vista como uma aresta distante do observador. Ora, já sabemos que dadas duas linhas de mesmo tamanho, se uma é vista como próxima e a outra como distante, a primeira nos parecerá menor.

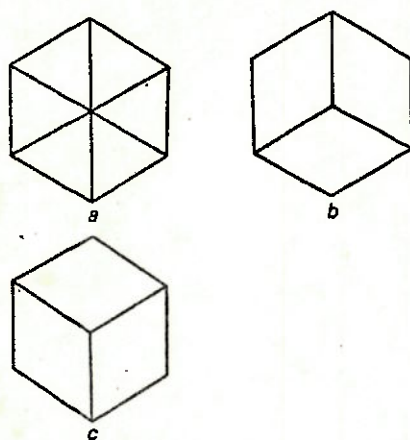


Figura 18.3. A figura *a* apesar de ser totalmente simétrica (hexágono regular) e, portanto, perceptivamente estável, com facilidade pode ser vista como *b* ou *c*, um cubo em três dimensões. Às vezes o percepto tridimensional se impõe sobre a visão plana. Este fenômeno ilustra claramente a tendência de nosso sistema visual a ver tudo em profundidade.

bo" como é conhecida a "figura impossível" da figura 18.4. Você terá dificuldade, pois você a "vê" (interpreta) em terceira dimensão. Já um nativo das tribos africanas da Nova Guiné reproduziria esta figura sem dificuldades, pois a veria como um simples padrão de linhas que não lhe causa estranheza ou conflito visual.

Por fim, existem diferenças nas funções perceptivas também entre pequenos grupos culturais e profissionais. Assim, por exemplo, músicos de *rock* têm gradativamente uma redução da capacidade auditiva, devido ao alto volume da música durante as apresentações a que são expostos diariamente. O mesmo ocorre a operadores de máquinas ruidosas (britadeiras etc.). Soldadores frequentemente perdem a visão de cores do espectro de comprimento de ondas curtas (azul) pela exposição prolongada à alta intensidade de luz. Estas são todas modificações nas funções perceptivas devidas a lesões ou deterioração fisiológica dos órgãos receptores.

Como já discutimos, ocorrem também modificações da percepção devidas a estratégias de percepção. É o caso dos provadores de vinho que "apuram" seu gosto a ponto de perceberem nuances mínimas; ou o caso das pessoas que fazem a triagem de pintainhos recém-nascidos quanto ao sexo. Nestes casos, os profissionais aprendem a prestar atenção a certos detalhes, que passam despercebidos aos leigos.

Podemos concluir que nossos sistemas perceptivos são plásticos o suficiente para adaptar-se da melhor forma ao habitat em que vivemos e às funções que exercemos, mas obviamente com grandes limitações.

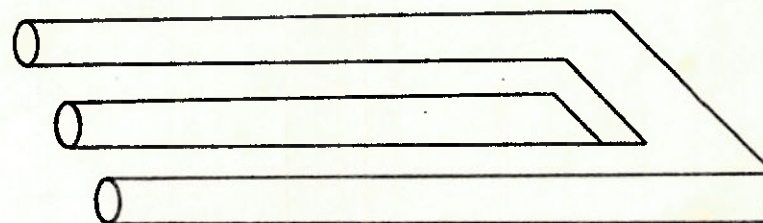


Figura 18.4. "Diapásão do diabo" é o nome comumente dado a esta figura. Corresponde a uma figura impossível (isto é, não é possível construir um objeto tridimensional real cuja representação tridimensional em perspectiva corresponda a ela), instável e cuja percepção nos "incomoda" de alguma forma. As características desta figura decorrem do fato de haver indícios de perspectiva incongruentes nos dois extremos da figura. Dependendo do extremo sobre o qual concentrarmos nossa atenção, perceberemos três cilindros ou um "U" de seção quadrada. Tente olhar a figura a uma distância grande. O que acontece? Sem olhar para a figura, tente reproduzi-la numa folha de papel.

Percepção da forma

Em todos os objetos que percebemos visualmente, o que mais nos chama a atenção e o que nos parece mais importante é a sua forma. Em geral, quando solicitados a descrever um objeto, definimos em primeiro lugar sua forma, só depois descrevemos sua cor, seu brilho e, talvez, por último vamos nos referir a um seu possível movimento. Por ordem de importância, esta é a sequência que as qualidades de um objeto têm para nós. Mas de modo algum corresponde à sequência da percepção mais elementar à mais complexa. Como veremos no capítulo II, referente à percepção de movimento, é este o conceito mais primitivo. Muitos animais apenas vêem um objeto quando está em movimento. A habilidade que os seres humanos têm em olhar para um objeto estacionário e perceber até os mínimos detalhes de sua forma é reservada apenas aos animais que se encontram nas posições mais elevadas na escala filogenética. A habilidade de ver formas estacionárias envolve um alto grau de atividade e desenvolvimento cortical. Certamente, envolve algumas das funções mais complexas do sistema visual.

Ao estudar percepção de forma, o pesquisador de comportamento se preocupa basicamente com um problema: como é que um objeto em nosso campo visual — com seus inúmeros elementos constituintes (ângulos, contornos, áreas contínuas, padrões repetitivos, curvas etc.) projetados pelo sistema ótico sobre a retina — passa a ser visto como um objeto integrado, dotado de significado? Em outras palavras, como emerge a forma (no sentido mais amplo possível), a partir dos elementos constituintes do objeto? Este problema único pode receber explicações em várias abordagens, num primeiro instante completamente diferentes, mas que talvez se unam, um dia, sob uma teoria única. Aqui abordaremos apenas duas linhas de ataque ao problema de percepção (visão) de forma: uma tomando

como ponto de partida recentes descobertas fisiológicas a respeito do sistema visual, e outra, uma teoria clássica, a teoria da Gestalt. Esta última é tradicionalmente considerada a psicologia da forma por excelência, tendo constituído uma escola. Nascida na Alemanha no início do século XX, com Max Wertheimer, Kurt Koffka e Wolfgang Köhler, em oposição ao behaviorismo dos Estados Unidos, mantém adeptos até os dias de hoje.

7.1. Neurofisiologia da percepção de forma

A imagem luminosa projetada pela córnea e cristalino sobre a camada de receptores — primeiro elo neural do sistema visual — apenas representa um padrão claro-escuro sem significado algum. Vamos neste momento deixar de considerar os matizes (cores), uma vez que a percepção de forma pode ser entendida totalmente desvinculada da percepção de cores. (Aliás, o próprio sistema visual faz esta separação.)

O padrão claro-escuro (a imagem) estimula diferencialmente os receptores, de acordo com a iluminação que cai sobre cada receptor "e seus vizinhos". Esta última expressão — "e seus vizinhos" — é extremamente importante. Na verdade, é a chave da percepção de forma: se cada receptor reagisse somente à intensidade da luz que cai sobre ele mesmo, jamais poderia ser extraída alguma informação a respeito do conjunto de elementos do objeto. O objeto como um todo nunca poderia ser percebido. Mas se a resposta de cada receptor depende também da iluminação incidente sobre os receptores vizinhos, obtém-se informação da parte e do todo, pois a resposta neural do receptor será diferente se a iluminação a seu lado for totalmente diversa (mais brilhante ou mais escura), determinando um *contorno*, ou se a iluminação é exatamente igual, determinando, portanto, uma área homogênea.

Esta atuação recíproca entre neurônios no sistema visual não se limita aos receptores e outros neurônios da retina, mas se verifica também entre os neurônios de todos os elos de integração do sistema visual. Já no segundo neurônio após os receptores — as células ganglionares —, mas ainda na retina, pode-se verificar nitidamente o início da percepção de forma. Foi demonstrado que, em retina de gatos, as células ganglionares já diferenciam linhas retas de diferentes inclinações. O mesmo ocorre ao nível do corpo geniculado lateral, onde existem neurônios que respondem, de forma muito nítida, a linhas em diferentes orientações.

Investigando os neurônios do sistema visual do córtex visual de gatos (córtex estriado, área 17), Hubel e Wiesel encontraram neurônios que respondem a características cada vez mais específicas de forma. Chamaram a estes neurônios de "simples" ou "complexos", de acordo com a especificidade a que respondiam. Ao nível das áreas do córtex pré-estriado (áreas 18 e 19), que são elos na integração da informação visual, foram encon-

tradas células, muitas vezes denominadas de "super e hipercomplexas". Respondiam a estímulos mais específicos ainda, isto é, não só a linhas e bordas, mas já impondo restrições ao comprimento máximo das linhas. É claro que uma linha com um comprimento limitado ainda não é uma forma ou um objeto, como o vemos no dia-a-dia. No entanto, um segmento de linha já constitui um elemento que compõe uma forma. Sem dúvida, aponta para a maneira como o sistema visual consegue extrair, de um estímulo visual dotado de forma complexa, os elementos constituintes para proceder à análise do percepto. É importante notar também que, quanto mais "complexas" as células neurais do sistema visual, isto é, quanto mais específicos deviam ser os estímulos visuais para que ocorra uma reação máxima da célula, maior é seu campo receptivo na retina.

Por *campo receptivo*, entendemos o conjunto de receptores que se conectam a um neurônio do sistema visual, em qualquer um dos níveis de integração da informação visual. O campo receptivo corresponde a uma área da retina, sobre a qual se projeta a imagem de uma região específica do campo visual. Deste modo, se os campos receptivos se tornam maiores para os neurônios visuais mais complexos, estes responderão a partes maiores do campo visual. Isto significa que, para "perceber a forma" em causa, há uma dependência cada vez menor de localizar o objeto no campo visual. O significado é realmente adaptativo, pois uma árvore deve ser reconhecida como tal, independentemente de onde esteja no campo visual, isto é, da área específica da retina sobre a qual é projetada a imagem desta árvore.

Outros pesquisadores, dentre os quais o brasileiro Rocha Miranda, estudando o sistema visual de macacos, procuraram neurônios visuais num nível de integração ainda mais elevado que o córtex estriado e pré-estriado, ou seja, no córtex infero-temporal. Enquanto os córtex estriado e pré-estriado ainda correspondem a áreas exclusivamente visuais, isto é, todos os seus neurônios possuem função visual, o córtex infero-temporal já é, nitidamente, uma área de integração poli-sensorial, na qual ainda podem ser encontradas muitas células visuais. Nesta área foram encontradas células que emitiam sua resposta máxima diante de estímulos visuais extremamente específicos e complexos, como, por exemplo, uma pata de macaco. A pata de macaco podia ser apresentada com igual efeito em qualquer parte do campo visual e em tamanhos diversos, mostrando que a célula era responsável apenas pela visão da forma do objeto e não de sua localização no espaço ou de seu tamanho. Já a posição dos dedos da pata e a direção em que apontavam influenciavam a intensidade da resposta deste neurônio. Estas alterações correspondiam a uma mudança da forma do estímulo.

Pode-se, pois, conjecturar que o circuito neural visual é arquitetado de maneira a, inicialmente, desdobrar as imagens visuais em linhas de diferentes inclinações, depois limitar o comprimento das linhas, combinan-

do-as entre si, até que cheguem a combinações quase únicas, como uma pata de macaco ou, até, a face específica do experimentador. Se, de um lado, já podemos entender como se forma, da combinação de várias células simples, uma de campo complexo, por outro lado ainda nos são totalmente desconhecidos os circuitos neurais para obter as combinações mais específicas. Entretanto, inúmeros trabalhos de pesquisa da atualidade abordam o problema.

Vamos recordar: da simples projeção da imagem ótica (luminosa) sobre os receptores da retina, é extraída a forma como um todo, pelas sucessivas convergências da informação, gerando combinações (padrões) únicas. Sobreposta a esta convergência existe também uma divergência do fluxo de informação visual. A convergência se evidencia pelo fato de que o objeto, como um todo, estimula um grande número de neurônios da retina e, ao nível do córtex infero-temporal, neurônios individuais são responsáveis pela percepção da forma deste objeto. Por outro lado, devido à divergência, nos primeiros elos de integração, o local de estimulação da retina é importante. No entanto, nos níveis corticais superiores, a localização já não importa mais. Na verdade, a divergência é muito maior que a convergência, pois o número de receptores na retina é bem inferior ao número de neurônios visuais no córtex visual e no córtex de integração poli-sensorial.

Na figura 7.1 estão representadas, esquematicamente, a convergência e a divergência neural do sistema visual, que leva à análise e à percepção integral das formas.

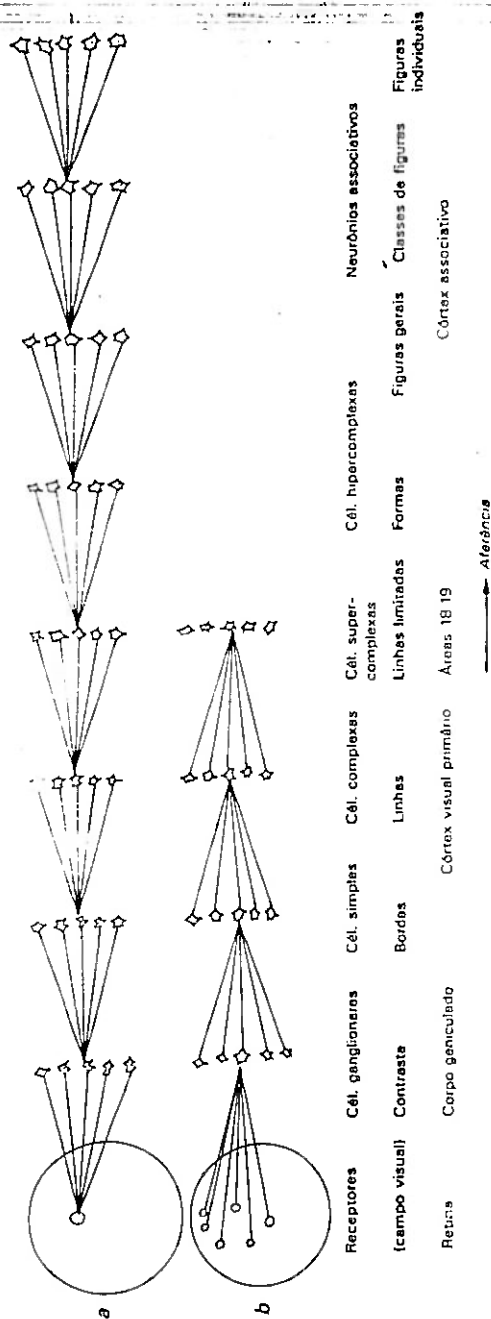


Figura 7.1. a e b são representações esquemáticas de um mesmo campo visual. O princípio da convergência e divergência pode ser compreendido superpondo-se as duas figuras. A convergência termina quando cada neurônio é conectado à totalidade da área do campo visual, o que ocorre provavelmente ainda ao nível do córtex visual secundário (áreas 18 e 19). A divergência está completa somente quando a forma é individualmente reconhecida, talvez pela ativação específica de um só neurônio. Isto ocorre somente nos mais elevados níveis do córtex associativo. Sobreposto a este sistema convergente/divergente para a percepção de forma, devem ser ainda supostos sistemas análogos para cor e movimento. Isto nos dá uma idéia do número incrível de neurônios envolvidos no sistema visual e da complexidade de sua interação.

7.2. A percepção de forma pela teoria da Gestalt

Esta segunda abordagem, que procura explicar como ocorre a percepção de formas, é totalmente oposta à primeira, pois não parte de dados fisiológicos do sistema visual mas sim, partindo de perceptos de formas, procura, pela formulação de certas regras, mostrar como se chegou a eles.

A teoria da Gestalt é bastante conhecida daqueles que estudaram história da Psicologia. Certamente, tomaram contato com as leis e princípios da Gestalt para a percepção de forma. De imediato, parecem muito óbvios e explicativos. Mas, em geral, não é explicitado o que realmente significam para o problema da percepção de formas, assim como o formulamos no princípio deste capítulo.

O que preocupou os psicólogos da Gestalt foi: como, a partir de elementos isolados, poderia ser percebido um todo que representava algo de novo, isto é, não a simples soma das partes? Como, das partes, pode surgir um todo com um significado próprio? Como este todo pode se impor mais ao sujeito que as partes? Foi para responder a estas perguntas que foram formuladas as leis da Gestalt. São leis *a posteriori*, ou seja, sempre que era possível se perceber um determinado todo, verificava-se que seus elementos guardavam entre si uma certa relação. Os psicólogos da Gestalt acreditavam que havia, nos organismos, algo (uma estrutura representativa das leis da Gestalt) que os levava a organizar as partes de certo modo. Obviamente, as leis da Gestalt não podem, na maioria das vezes, explicar a percepção dos elementos no percepto total. Seria como que postular, para estes elementos, a existência de um mecanismo pré-programado de percepção.

A lei básica que governa a percepção de uma forma, segundo a Gestalt, é a *Lei da Boa Forma* ou *Lei da Pregnância*. Todo objeto é visto de modo a apresentar uma forma "harmoniosa", "boa", "estável", que se imponha, que seja mais regular, mais simétrica ou mais simples. Para tanto, a Lei da Boa Forma pode ser dividida numa série de leis secundárias que regulam o agrupamento dos elementos, a fim de que a forma total seja "boa". Na verdade, estas regras pouco ajudam o pesquisador. O que realmente dirá se uma forma é "boa" ou não é seu efeito sobre o observador. As principais regras que levam a uma "boa forma" são as seguintes:

1. *agrupamento por proximidade* — elementos próximos uns aos outros parecem fazer parte de um mesmo todo;
2. *agrupamento por similaridade* — elementos semelhantes ou iguais parecem fazer parte de um mesmo todo;
3. *boa continuidade* — elementos que estão na mesma direção de partes do padrão regular são a ele integrados, dando continuidade a este padrão;

4. *fechamento* — os elementos são agrupados de modo que o todo forme uma figura fechada.

A figura 7.2 ilustra, através de exemplos clássicos, estes princípios da Gestalt. Sua insuficiência para explicar a percepção de uma forma complexa, como a pata de um macaco, parece óbvia. Para um estudo mais pormenorizado da percepção, sob o ponto de vista da Gestalt, é interessante combinar estes vários princípios e observar a rivalidade entre eles. A figura 7.3 ilustra a rivalidade entre o princípio de proximidade e de similaridade: na medida em que os elementos semelhantes se afastam um do outro, deixa-se de perceber colunas de elementos iguais para perceber fileiras de elementos diferentes, mas próximos entre si. Este exemplo mostra como as leis atuam em conjunto, proporcionando a percepção de um padrão global.

7.3. O contorno como elemento constituinte da forma

Há uma terceira maneira de analisar a percepção de formas, sem reduzir o sistema visual ao nível fisiológico, nem enquadrar em princípios ou leis as maneiras que temos para agrupar elementos de um percepto: verificar como, de modo geral, ocorre a percepção de uma forma, quando um observador olha para um objeto.

Um elemento básico necessário para a percepção de uma forma visual é a presença de um contorno. Este poderia ser definido como uma variação, ou alteração abrupta de luminância, em nosso campo visual. Uma área completamente envolta por um contorno, em geral é vista como uma forma distinta (ou figura). Contornos, ou seja, variações repentinas de luminância no campo visual, são necessários para que ocorra percepção de qualquer forma. São bastante conhecidos os estudos feitos com campos homogêneos, muitas vezes designados pela palavra alemã *Ganzfeld*, nos quais o sujeito não percebe coisa alguma. Por exemplo, bolas de pingue-pongue são ótimos difusores de luz. Permitem que nossos olhos recebam uma iluminação homogênea, sem a possibilidade de vermos formas ou contornos. Se cobrirmos nossos olhos com metades dessas bolas e olharmos para uma luz vermelha, verificaremos que esta cor se esvanecerá, em poucos minutos, tornando-se um campo incolor. Se sobre cada bola traçarmos uma linha escura, introduzindo, portanto, um contorno em nosso campo visual, a cor se manterá por muito mais tempo. Na verdade, somente desaparecerá quando a própria linha se dissolver no campo homogêneo. A cegueira provocada por campos extensos de neve não é nada mais que um exemplo natural deste fenômeno.

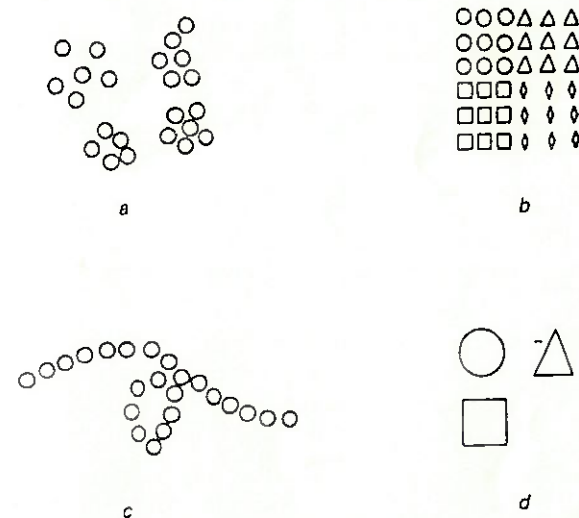


Figura 7.2. Exemplos de princípios de "Boa Forma" da Gestalt. a) Por "agrupamento", os pontos são reunidos e separados em quatro grupos distintos. b) Por "similaridade", o quadrado de elementos (visto como um todo por "agrupamento") é separado em quatro quadrados menores, cujos elementos se juntam por "similaridade". c) A "boa continuidade" faz o observador ver uma figura fechada e uma linha curva. d) As três figuras são vistas como um círculo, quadrado e triângulo pela lei do "fechamento", que faz o observador ignorar as interrupções nos lados destas figuras.

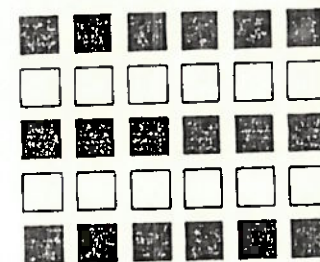


Figura 7.3. Pela lei da proximidade devemos ver colunas verticais de elementos. Pela lei da similaridade devemos ver carreiras horizontais. É possível construir esta figura de tal maneira que as distâncias horizontais e verticais possam ser alteradas. Com uma figura destas, torna-se possível determinar exatamente a distância entre os elementos, para que as duas leis atuem com igual força. Neste caso o sujeito verá uma oscilação entre os dois perceptos.

Mas por que é necessário um contorno para que ocorra visão de formas? Já respondemos no princípio deste capítulo. Dissemos que a função mais primitiva do sistema visual é a percepção de movimento e que, na verdade, a percepção de formas estáticas é uma conquista da evolução filogenética. Quando há algum contorno em nosso campo visual, a movimentação contínua de nossos olhos (nistagmo) transforma a variação de iluminação numa variação temporal para cada sítio da retina. Isto ativa o sistema visual e permite a visão contínua do contorno. O contorno é visto como estando parado, devido a processos que veremos no capítulo dedicado à visão de movimento. Se não houver variação de iluminação no campo visual (isto é, um contorno), por mais que ocorra movimentação dos olhos, a estimulação visual não adquire uma variação temporal, o que leva à desativação do sistema visual. É o que ocorre no *Ganzfeld*.

Uma linha pode ser considerada a forma mais simples, isto é, um único contorno que divide o campo visual em duas partes. Mas a maioria dos objetos com que nos deparamos no nosso dia-a-dia são compostos por unidades integradas, que chamamos de figuras. Figura é, portanto, um grupo integrado de contornos. Nossa experiência pessoal mostra que a percepção de figuras é básica. Ou seja, a percepção de uma figura, na maioria das vezes, impõe-se ao observador, destacando-se do restante a que chamamos de fundo. O livro em cima de uma mesa é percebido como uma figura e o tampo da mesa como o fundo; o tampo da mesa, por sua vez, é figura em relação ao chão. Estas sensações se impõem de maneira inquestionável. Mas nem sempre o problema é tão simples, como pode ser visto na figura 7.4, que mostra o clássico exemplo do vaso e dos dois perfis de Rubin. Este tipo de figura é chamada de reversível. Olhando-a por algum tempo, veremos alternadamente os dois perfis ou o vaso, isto é, alternadamente, partes diferentes de nosso campo visual se tornam figura ou fundo. Em outras palavras, às vezes será figura a região branca e o fundo será a região preta; e às vezes acontecerá o inverso. Nunca veremos simultaneamente as duas regiões como figuras! O contorno, que define a figura como dissemos acima, será visto sempre fazendo parte da região que, naquele momento, vemos como figura.

Mesmo numa figura reversível, pois, o contorno continua sendo o determinante da figura. Só que o que é visto como contorno não é determinado, unicamente, pelo arranjo espacial das bordas, mas também por uma interpretação visual do estímulo. Existem alguns parâmetros que tornam maior a probabilidade de uma parte ser vista como figura: a forma se parece mais com alguma "coisa", é mais fechada, é menor, tem um significado, é mais brilhante, é simétrica, e assim por diante. Mas a percepção de uma figura reversível também é influenciada por algumas variáveis, como a expectativa do observador ou o treino que ele possa ter tido. A figura 7.5 mostra alguns contornos que se impõem como figuras, indicando quais os parâmetros mais prováveis para que isto ocorra.

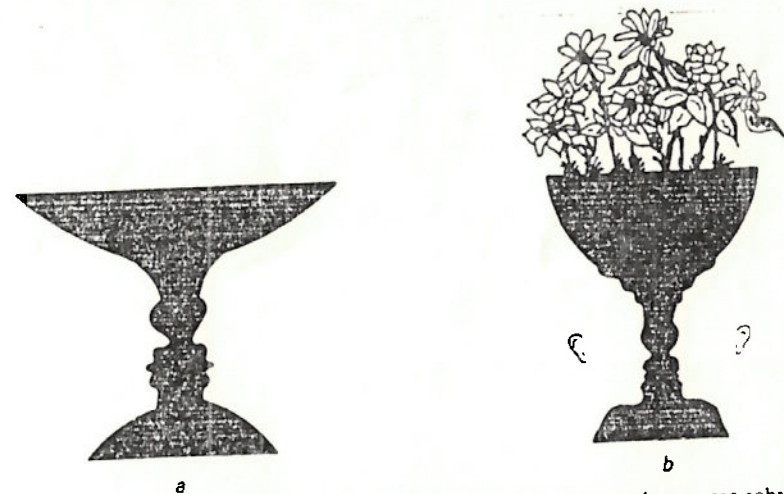


Figura 7.4. a) O famoso vaso de Rubin, que pode ser visto como sendo um vaso sobre um fundo branco ou como dois perfis sobre um fundo escuro. Os dois perceptos podem flutuar entre si, se olharmos demoradamente. Mas também podemos "querer" ver um ou outro. b) Figura modificada por Gombrich, enfatizando tanto o vaso através das flores como as faces pelas orelhas. Se mantivéssemos apenas um destes indícios, o percepto correspondente tornaria-se bem mais pronunciado e estável.

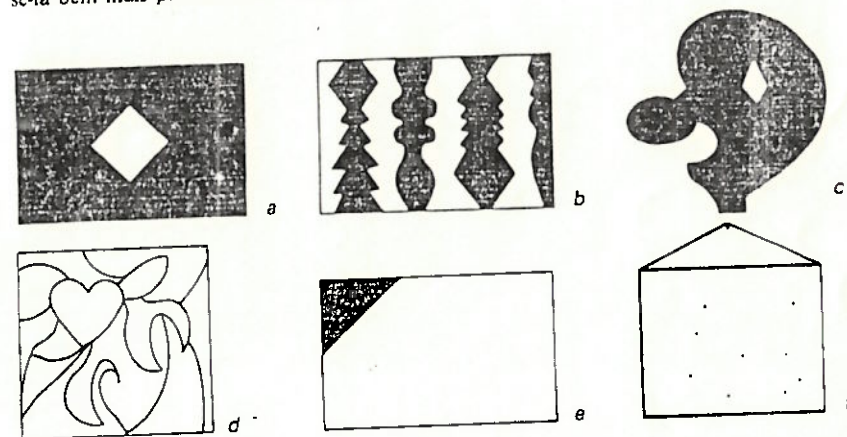


Figura 7.5. Exemplos de princípios que determinam a percepção de formas. a) O losango é visto como figura por ser menor, mais brilhante, simétrico e central. b) As colunas escuras são vistas como figuras por serem simétricas. c) O perfil escuro é visto como figura por ser dotado de um significado. d) O coração é visto como figura por ser simétrico, fechado e dotado de significado. e) O triângulo é visto como figura por ser menor. f) O retângulo todo é visto como figura por adquirir o significado de um quadro pendurado num prego.

Recentemente, receberam muita atenção figuras que não possuem contornos reais, isto é, são determinados por uma variação abrupta de luminância, assim como havíamos definido contornos no princípio. São figuras que possuem contornos subjetivos, pois seus contornos sobressaem de uma região totalmente homogênea. As figuras 7.6 e 7.7 mostram alguns exemplos. É fácil verificar que os contornos subjetivos podem ser retos, curvos, podem aparecer numa região clara ou escura e delimitar uma figura com ou sem significado. Na verdade, ainda não se conhece exatamente o mecanismo que faz surgirem os contornos subjetivos. Supõe-se que, de alguma forma, o mecanismo de percepção de contornos é ativado pelos elementos contidos no padrão da figura, eliciando contornos subjetivos. Normalmente, são os contornos que determinam a figura. Aqui, no entanto, é a figura que determina os contornos. Neste fato, provavelmente, reside a explicação de sua origem: trata-se de figuras tão "óbvias", que se impõem ao sujeito. Este vê contornos inexistentes, mas que deveriam existir para completar a figura. Os contornos subjetivos guardam muitas propriedades dos contornos verdadeiros, como pode ser visto na figura 7.8.

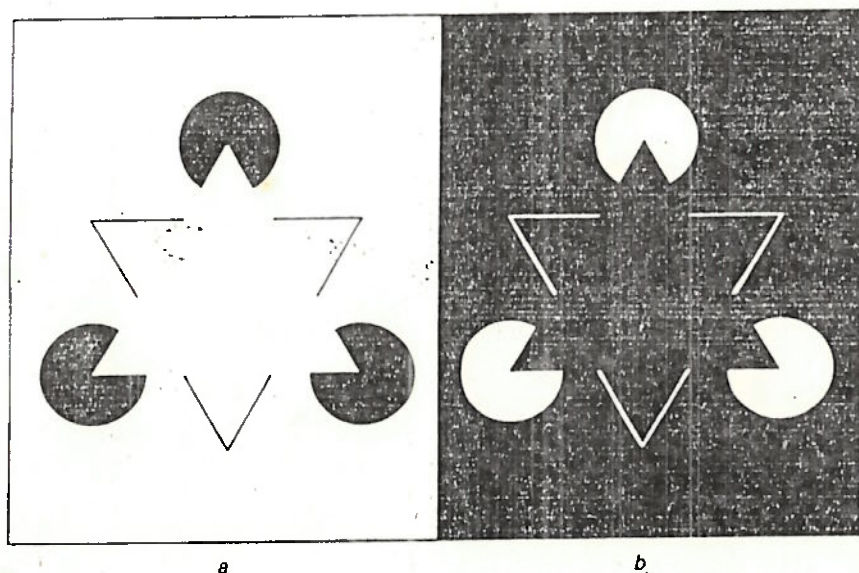


Figura 7.6. As figuras a e b mostram respectivamente contornos subjetivos claros e escuros. Observe que o triângulo formado pelos contornos subjetivos em ambos os casos parece estar à frente, num outro plano. Ele parece mais branco em a e mais preto em b. Até hoje não existe uma explicação convincente e definitiva sobre o mecanismo que nos leva a ver contornos subjetivos.

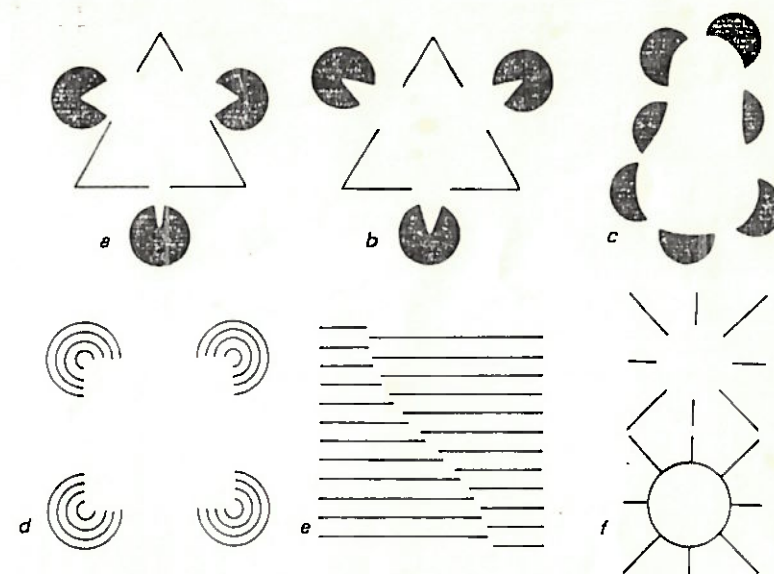


Figura 7.7. Alguns exemplos curiosos de contornos subjetivos. a e b) Estes dois exemplos de figuras formadas por contornos subjetivos mostram que estes também podem ser curvos, isto é, são adequados ao contexto e não seguem uma regra de menor distância. c) O fenômeno dos contornos subjetivos não está limitado a figuras geométricas simples: no caso, é formado o contorno de uma pira. d) Esta figura mostra claramente que os contornos subjetivos não podem ser considerados um simples prolongamento das linhas formadas pelos círculos interrompidos. e) Há também contornos subjetivos que não formam uma figura fechada. f) Aqui ocorre a formação de um contorno subjetivo circular, sem haver elementos circulares formadores. Observe que o disco "branco" formado pelo contorno subjetivo parece mais "brilhante" que o disco formado pelo contorno real.

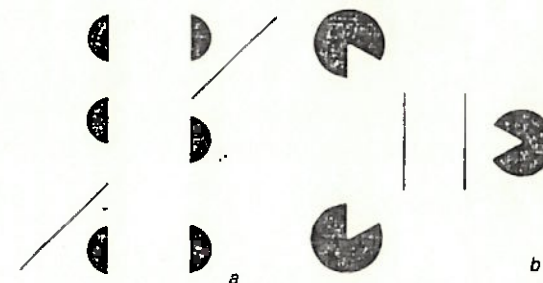


Figura 7.8. Dois exemplos que mostram que os contornos subjetivos agem como linhas reais. Em a, a ilusão de Poggendorff, que faz as linhas oblíquas parecerem desencontradas, é provocada pelas duas linhas subjetivas paralelas induzidas pelos três semicírculos negros. Em b, a ilusão de Ponzo, que faz a linha vertical direita (próxima ao vértice) parecer mais longa que a esquerda, é produzida dentro de um triângulo de contornos subjetivos.

Percepção da cor

Antigamente, na época em que nossas bisavós criaram nossas avós, acreditava-se que o bebê, ao nascer, era quase incapaz de ver. Supunha-se que o recém-nascido não reconhecia fisionomias, tampouco distinguia formas e cores. Hoje em dia, em consequência das pesquisas realizadas na área da psicologia do desenvolvimento infantil, os conhecimentos a respeito das capacidades perceptivas do ser humano por ocasião do seu nascimento estão mudando.

O trabalho realizado por inúmeros cientistas interessados no assunto mostra que, apesar da acentuada imaturidade e do prolongado período de dependência pós-natal, o bebê vem ao mundo bem mais preparado para perceber o que acontece ao seu redor do que nossas bisavós, provavelmente, estariam propensas a acreditar. No capítulo 15 o desenvolvimento perceptivo será discutido detalhadamente, mas podemos adiantar que dentre os principais resultados experimentais encontram-se as demonstrações de que nossa capacidade de perceber distância, profundidade, fisionomia e cor pode ser verificada logo após o nascimento.

No princípio do século passado, Purkinje mostrou que nossa sensibilidade às cores se modifica quando passamos do escuro para a claridade ou vice-versa. Na lâmina 5.1, encontram-se as curvas obtidas nestas duas situações. Elas mostram que, no escuro (visão escotópica), o olho é mais sensível aos verdes (devido à maior sensibilidade dos bastonetes) e, no claro (visão fotópica), o olho é mais sensível ao amarelo (devido à maior sensibilidade dos cones). Esta sensibilidade é conhecida como Efeito de Purkinje.

A percepção das cores foi alvo da atenção e curiosidade de numerosos estudiosos, que em diferentes épocas da história da humanidade tentaram explicá-la. Seus esforços resultaram na elaboração de teorias, algumas

das quais nos acompanham até hoje. Poetas, como Goethe, e físicos, como Newton, emitiram suas opiniões a respeito da visão de cores. Após a descoberta, em 1666, de que a luz solar, que é branca, na realidade é composta por todas as cores do espectro visível, o próprio Isaac Newton formulou algumas das primeiras hipóteses segundo as quais haveria no olho humano um receptor para cada cor. As contribuições mais valiosas partiram, no entanto, de fisiólogos como Thomas Young, Hermann von Helmholtz e Ewald Hering, autores das duas principais teorias sobre visão de cores.

A primeira, teoria de Young-Helmholtz, também conhecida como *teoria tricromática* ou *teoria componente*, explica de forma satisfatória os resultados experimentais obtidos em pesquisas que tinham como principal objetivo desvendar o papel dos receptores do olho. A segunda teoria, de Hering, denominada *teoria oponente*, explica muito bem os resultados experimentais obtidos em pesquisas que tomam como indicadores respostas envolvendo atividade neural além do nível dos receptores propriamente ditos.

5.1. Teoria tricromática, componente ou de Young-Helmholtz

Segundo a teoria tricromática (Young-Helmholtz), não precisaríamos de um receptor para cada cor, como havia sugerido Newton; apenas três tipos de receptores seriam suficientes para o ser humano perceber todas as cores do espectro visível, desde o violeta até o vermelho. Thomaz Young e Hermann von Helmholtz chegaram a esta conclusão a partir de um conjunto de experimentos de percepção visual criteriosamente controlados, com os quais conseguiram demonstrar que, misturando luzes de apenas três cores (azul, verde e vermelho), as pessoas relatavam ver todas as cores do espectro. Diante disto, desenvolveram a teoria segundo a qual o ser humano deveria possuir três tipos diferentes de fotorreceptores: *especializados em luzes de comprimentos de onda curtos*, como o azul, *intermediários*, como o verde, e *especializados em luzes de comprimentos de onda longos*, como o vermelho.

Somente um século e meio depois, em 1964, foram publicados os primeiros resultados experimentais obtidos com receptores da fóvea (cones) de retinas humanas, por duas equipes de pesquisadores norte-americanos: a primeira formada por MacNichol, Marks e Dobbelle (fig. 5.1), a segunda, por Brown e Wald. De acordo com estes autores, os cones sensíveis ao azul possuem uma substância fotossensível denominada *cianolábio* (*ciano* em grego quer dizer azul), nos cones sensíveis ao verde há uma substância denominada *clorolábio* e nos cones sensíveis ao vermelho encontra-se uma substância denominada *eritrolábio* ("cloro" e "eritro" são prefixos de origem grega que significam verde e vermelho, respectivamente). Estas

pesquisas relatam apenas três tipos de cone, não sendo encontrados cones sensíveis às cores intermediárias, como cor de jerimum (cor de laranja) ou azul-piscina. Como então somos capazes de perceber todas as demais cores?

Se você observar atentamente os resultados reproduzidos na figura 5.1 e na lâmina 5.2, verificará que na realidade existem três tipos de cones que absorvem “preferencialmente” luzes de uma determinada cor (comprimento de onda). Por exemplo, o cone especializado em azul absorve preferencialmente luzes de 450 nm, e absorve com eficiência cada vez menor luzes cujos comprimentos de onda se afastam deste valor, isto é, luzes cada vez mais violáceas (comprimentos de onda mais curtos) ou mais esverdeadas (comprimentos de onda mais longos). Isto quer dizer que os comprimentos de onda intermediários também são absorvidos por estes três tipos de receptores, só que menos prontamente, pois precisam de intensidades maiores para produzir o mesmo efeito neural.

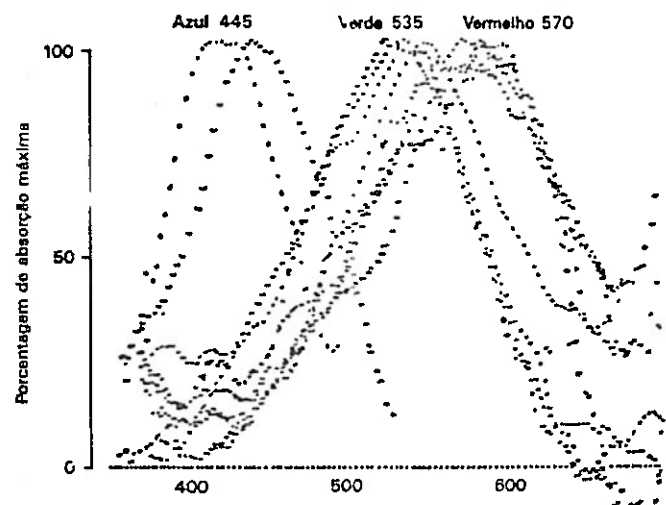


Figura 5.1. Absorção espectral (ou sensibilidade espectral) de cones em retinas de seres humanos (parênteses abertos) e macacos (números). Os resultados foram obtidos através da microespectrofotometria e mostram que, apesar de serem projetados *flashes* de luz de quase todas as cores (comprimentos de onda) do espectro visível, os cones absorvem preferencialmente três cores (Azul - 445 nm; Verde - 535 nm; Vermelho - 570 nm). Verificou-se também que cada um dos cones estudados absorvia preferencialmente apenas uma destas três cores (comprimentos de onda), o que prova a existência de apenas três tipos de cores na retina. Luzes de cores intermediárias são absorvidas menos prontamente por um (ou mais) destes três receptores. Isto pode ser visto pela forma característica das curvas e pela considerável superposição de algumas delas. Baseado em dados de Marks *et al.*, 1964 (no livro de Alpern, 1971) e MacNichol, 1964 (no livro de Robinson, 1977).

Se ao invés de analisar o comportamento de um determinado tipo de cone, como acabamos de fazer, analisarmos o que acontece com uma luz de um determinado comprimento de onda quando ela atinge nossa retina, talvez fique mais fácil ainda compreender a percepção das cores intermediárias. Tomemos, por exemplo, um verde-azulado cujo comprimento de onda é de aproximadamente 490 nm. Um estímulo luminoso com esta característica qualitativa será absorvido tanto pelos cones especializados em azul quanto pelos cones especializados em verde. Pelos resultados da figura 5.1, é possível verificar, no entanto, que esta cor, verde-azulado (490 nm), não é a mais eficiente para nenhum destes dois tipos de cones. Porém, ambos transduzirão este tipo de energia e enviarão ao cérebro impulsos nervosos. São precisamente as informações enviadas em conjunto pelos dois tipos de cones conjuntamente que serão processadas pelo cérebro e permitirão a percepção de uma cor intermediária entre o azul e o verde. As diferenças entre as informações provenientes dos dois tipos de cones deste exemplo seriam muito mais acentuadas se o olho fosse estimulado com um azul muito esverdeado ou então com um verde extremamente azulado. O mesmo tipo de mecanismo é empregado para a percepção do amarelo, uma cor intermediária entre o verde e o vermelho, sendo portanto sinalizada a sua presença pela reação, mais ou menos acentuada, dos cones que têm sensibilidade máxima no verde e no vermelho. A percepção das cores que ficam nos extremos do espectro visível, como o violeta, por exemplo, depende da reação mais acentuada de um tipo de cone. No caso, depende dos cones especializados em azul, que também reagem a comprimentos de onda menores, mas com uma eficiência cada vez mais reduzida.

Para comprimentos de onda mais curtos ainda, que correspondem ao ultravioleta (que não é visível para o ser humano), nenhum dos três tipos de receptores fará a transdução, portanto não serão enviados impulsos nervosos ao cérebro. De modo análogo, o infravermelho, correspondente aos comprimentos de onda muito longos, não será transduzido.

Como você percebe estes tipos de energia? Como escuro, ou seja, como ausência de luz, não é? No entanto, se você tivesse olhos iguais aos das abelhas, veria o ultravioleta como uma cor, porém seria cego. Não somente ao infravermelho, mas também ao vermelho. No caso do olho ser estimulado com uma mistura da luz de três cores — azul, verde e vermelho — em determinadas proporções, os três tipos de cones reagirão, e os impulsos nervosos resultantes levarão o ser humano a perceber a luz como branca, semelhante à luz solar. Na lâmina 5.3a se encontra uma ilustração das consequências da mistura de luzes com estas três cores.

Até aqui analisamos a percepção de cores a nível de receptores, porque estivemos destacando dados que podem ser explicados pela teoria tricromática. Há, no entanto, um outro conjunto de dados, perceptivos e neurofisiológicos, que não podem ser explicados por esta teoria.

5.2. Teoria oponente ou de Hering

Tente fazer a seguinte experiência: procure uma figura relativamente simples, como um pequeno círculo, triângulo ou coração, que seja de cor vermelha bem intensa; procure também uma folha de papel bem branco. Agora sente-se em um lugar bem iluminado, com o seu material. Olhe para a figura fixamente, sem se mover, durante meio minuto (tente contar lentamente até trinta). A seguir, substitua rapidamente a figura pela folha de papel branco. O que aconteceu? Olhando para o papel completamente branco você continua vendo a figura que acabou de tirar, só que agora não mais em vermelho e sim em verde, a sua cor oponente (complementar). Se você quiser proceder como Hering, procure outras figuras e você verificará que, se a figura fixada for verde, a sua pós-imagem será vermelha; se for azul, deixará uma pós-imagem amarela; e vice-versa, se for amarela, sua pós-imagem será azul. Foi por meio de experimentos como estes, criteriosamente controlados, que Hering formulou a sua teoria oponente, na qual afirma que a visão de cores ocorre graças a processos oponentes de três sistemas de cores que se opõem aos pares: vermelho-verde, azul-amarelo e preto-branco. Isto quer dizer que, quando ocorre a sensação de uma cor como o vermelho, concomitantemente ocorre uma alteração na sensação do verde. Por este motivo, nas experiências aqui sugeridas, quando se olha demoradamente para uma determinada cor, há uma diminuição da sensibilidade do receptor para esta cor. Assim, quando se olha para um campo neutro (branco ou cinza), que reflete todos os comprimentos de onda por igual, apenas os oponentes de cada cor seriam ativados, uma vez que o receptor que captou a luz refletida da figura vermelha encontrasse insensível.

Após 1950, a neurofisiologia vive um grande avanço, fruto do desenvolvimento de microeletrodos que podem ser inseridos em uma única célula do sistema nervoso, permitindo registros incrivelmente detalhados e específicos. Em 1965, De Valois publicou um trabalho interessantíssimo, no qual relata ter encontrado no cérebro do macaco (núcleo geniculado lateral) neurônios cuja atividade correspondia ao processo de pares oponentes da teoria de visão de cores elaborada por Hering, no século passado. Na figura 5.2 você encontra a reprodução de um registro obtido por De Valois, correspondente à atividade de uma única célula no cérebro de um macaco anestesiado, cujos olhos eram mantidos abertos e estimulados com luzes de diversas cores. A célula mostrada da figura 5.2 é um neurônio do sistema vermelho-verde. Observe que na coluna "escuro" temos a atividade espontânea desta célula no escuro, o que corresponde a aproximadamente 6 ou 7 impulsos em um determinado intervalo de tempo. Quando o olho do animal é iluminado com uma luz vermelha (633 nm), a atividade desta célula aumenta consideravelmente, dobrando o número de impulsos nervosos durante o mesmo intervalo de tempo. No entanto,

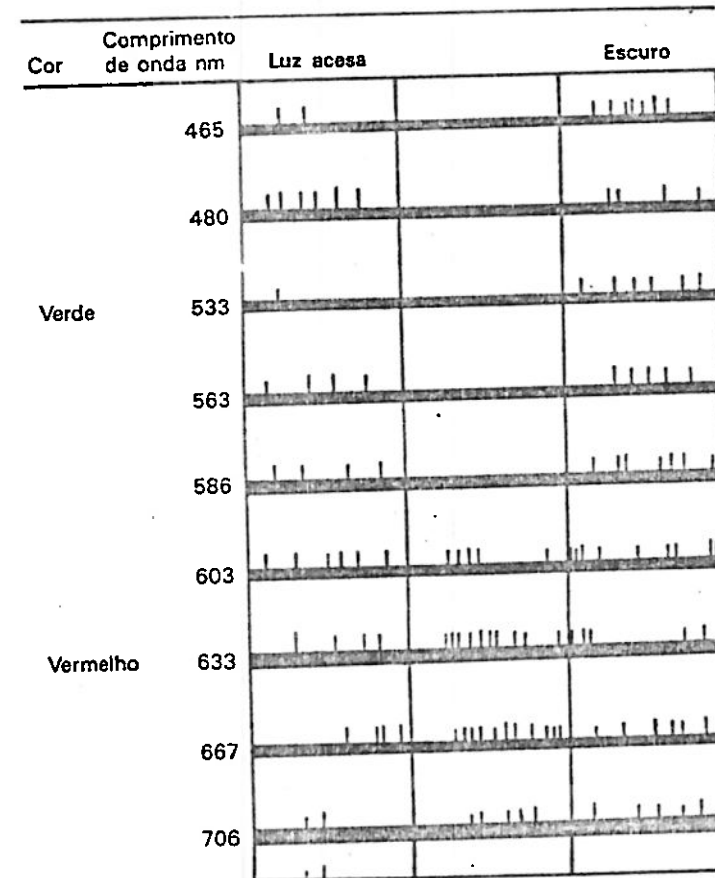


Figura 5.2. Respostas de uma única célula nervosa do cérebro (núcleo geniculado lateral) de um macaco. Estas respostas foram obtidas inserindo-se um minúsculo microeletrodo no neurônio, enquanto o animal anestesiado recebia, através dos olhos mantidos abertos, os estímulos visuais de diferentes cores. É fácil observar que os registros correspondem a uma célula de atividade oponente do sistema vermelho-verde. Trata-se de um neurônio cuja atividade espontânea (no escuro) é de aproximadamente 6 ou 7 impulsos. No entanto, quando o olho é estimulado com luz vermelha (633 nm) sua atividade aumenta, chegando a dobrar o número de impulsos nervosos. Por outro lado, diante de estimulação com luz verde (533 nm), sua atividade diminui drasticamente, chegando a uma inibição quase total.

quando, uma luz verde (533 nm) incide sobre o olho do macaco, acontece exatamente o contrário: as descargas do neurônio cessam quase que completamente, isto é, ocorre uma inibição da atividade eletrofisiológica da célula nervosa. O mesmo tipo de registro foi encontrado para células com atividade oponente para azul-amarelo.

Fundamentado nos resultados de pesquisas psicológicas e fisiológicas a respeito da visão de cores, pode-se afirmar, portanto, que na retina existem três tipos de cones, o que está de acordo com a teoria tricromática (componente), e que nos elos de integração seguintes (células ganglionares na retina, núcleo geniculado lateral e córtex visual no cérebro) encontram-se neurônios visuais que têm respostas antagônicas (excitação-inibição) às cores oponentes (vermelho-verde; azul-amarelo), o que está de acordo com a teoria oponente. A combinação das duas teorias (*tricromática ou componentes e oponente*) não explica todo o processo da visão de cores, uma vez que apenas mostra como a partir das três cores primárias (verde, vermelho e azul) chega-se a quatro cores psicologicamente primárias (verde, vermelho, azul e amarelo). Sabemos, porém, que o ser humano é capaz de distinguir 128 cores espectrais (matizes). Como isto é possível?

Os resultados experimentais mostram que a oponência dos neurônios visuais é cada vez menos acentuada. Isto significa que, a nível do olho, uma célula ganglionar responde com excitação quando os receptores são estimulados com uma luz de 630 nm (vermelho) e, com inibição, quando a estimulação corresponde a uma luz de 530 nm (verde), portanto é preciso que haja uma diferença de 100 nm para que esta célula passe do seu estado de excitação máxima para o estado de maior inibição. No cérebro estas diferenças são gradativamente menores à medida que se registra a atividade de células nervosas pertencentes a níveis progressivamente mais elevados do sistema nervoso central. No núcleo geniculado lateral — que corresponde a um elo intermediário do sistema visual — uma célula que responde com excitação quando o olho do animal é iluminado com 630 nm (vermelho) passa ao estado de inibição máxima quando sobre o olho incide uma luz de, por exemplo, 580 nm (amarelo). Neste caso a oponência corresponde a uma diferença de apenas 50 nm. Em um nível mais elevado ainda, como no córtex visual, a oponência ocorre entre, por exemplo, 630 nm (vermelho) e 610 nm (laranja), o que corresponde a uma diferença de apenas 20 nm entre as cores. Com oponentes cada vez mais afinadas, o ser humano finalmente atinge a capacidade de discriminar 128 cores espectrais (matizes).

5.3. Cegueira para cores

Agora você certamente já tem condições de saber o que é a cegueira para cores ou *daltonismo*. A que se deve esta anomalia que leva pessoas a confundir o verde com o vermelho e o azul com o amarelo? Anomalias no tricromatismo ocorrem, provavelmente, devido a proporções anormais dos três tipos de cones. Entre os tricromatas anormais, a grande maioria tem deficiência de clorolábio, pois para obter o amarelo no anomaloscópio precisam acrescentar muito mais verde a uma mistura de luzes vermelhas

e verdes do que as pessoas com visão de cores normal. O anomaloscópio é um aparelho empregado para diagnosticar a cegueira de cores. Consiste em um círculo, cuja metade é iluminada com um amarelo espectral específico. A outra metade do círculo é iluminada com duas luzes, uma vermelha e outra verde, que podem ser misturadas em diferentes proporções. A mistura do verde com o vermelho resulta na percepção de um amarelo. Comparando o amarelo espectral específico com o amarelo resultante da mistura de verde com vermelho, a pessoa pode produzir um amarelo que é percebido como igual ao primeiro.

São poucos os casos de tricromatismo anômalo devido a deficiência de eritrolábio. Extremamente raros são os casos de deficiência de cianolábio. No caso de uma completa ausência de um destes tipos de cones, fala-se de dicromatismo, pois nestas circunstâncias o indivíduo fará discriminações entre cores com apenas dois tipos de cones. Estudos meticolosos, feitos tanto com tricromatas anômalos como com dicromatas, revelaram que, além da cegueira para cores, não apresentavam nenhuma outra anomalia, o que nos leva à conclusão de que os dicromatas desprovidos de cones sensíveis ao verde possuem um número proporcionalmente maior de cones sensíveis ao vermelho e ao azul.

No caso de tricromatas anômalos, provavelmente há uma proporção diferente da normal dos três tipos de cones.

Se a pessoa não tiver um dos três tipos de cones, ela será cega a uma das cores, mas também terá outras deficiências visuais resultantes do menor número de receptores. Quando apenas um tipo de cone é encontrado, falamos em monocromatas. Da próxima vez que você fizer uma visita a um oftalmologista, peça para ele lhe mostrar alguns dos testes para cegueira de cores. Um dos mais conhecidos é o teste de Ishihara e consiste em diversas figuras contendo pequenos círculos coloridos formando números. Trata-se de um teste muito prático e de fácil aplicação, pois, se a pessoa tiver visão tricromática normal, reconhecerá determinados algarismos, se tiver anomalia em um dos tipos de cones, por exemplo se for cega ao vermelho, reconhecerá outros algarismos. Evidentemente este teste só pode ser utilizado com pessoas alfabetizadas que saibam ler números. Existem, no entanto, outros testes que podem ser utilizados com crianças muito jovens e analfabetos. Dentre estes, um dos mais antigos foi desenvolvido por Alarik Holmgren, na Suécia, e consiste em uma coleção de fios de lã de diversas cores que deverão ser separados de acordo com a sua cor.

5.4. Visão de cores — Uma capacidade inata ou aprendida?

A suposição de que somos capazes de perceber cores ao nascer fortaleceu-se com dados obtidos em pesquisas psicológicas e neurofisiológicas. Observando a preferência de bebês colocados diante de dois estímu-

los de cores diferentes, foi possível determinar que distinguem as diferentes cores e têm preferências bem determinadas, pois passam mais tempo olhando para as cores de comprimento de onda longo, isto é, as chamadas cores quentes. Por meio da eletroencefalografia (potenciais evocados), é possível registrar a atividade de uma dada região do cérebro. Assim, quando o olho de um ser humano adulto é estimulado sucessivamente com numerosos estímulos visuais, cada um de uma cor, observa-se uma resposta característica na região do córtex occipital (área sensorial primária da visão). Quando se faz o mesmo tipo de registro com bebês recém-nascidos, obtém-se, aproximadamente, o mesmo tipo de resultado, indicando que a estrutura neural da visão de cores, aparentemente, já está pronta quando nascemos. Significa que não precisamos aprender a discriminar as cores. O que aprendemos, mais tarde, é denominar as cores de acordo com os padrões da nossa cultura. Desta forma, um esquimó tem cerca de 10 nomes distintos para diferentes tonalidades de branco, que nós brasileiros aglomeramos entre o "branco" e o "gelo". Para descrever tonalidades intermediárias, recorremos a adjetivos, sufixos e outros artifícios de linguagem, a fim de poder transmitir a nossa percepção: falamos de um branco "sujinho" ou de um gelo "claro" ou "muito clarinho". Para o ouvinte, obviamente, estas explicações nem sempre serão muito úteis.

Pense, por um momento, na seguinte afirmação: "a arara é azul". Quando fazemos declarações deste gênero a respeito das cores dos objetos que se encontram em nosso ambiente, não temos consciência de que na realidade ocorre uma série de coisas muito interessantes entre a luz do Sol (que é branca, portanto, composta de todos os comprimentos de onda do espectro visível) que incide sobre as penas da arara, a luz que é refletida da superfície do corpo da ave e a minha afirmação de que o animal "é azul". Na realidade, o que se verifica é que, de todos os comprimentos de onda que incidem sobre as penas da arara, todas as cores são absorvidas pelas penas, exceto a cor azul, que é refletida e atinge minha retina quando observo o animal. Quando misturamos nossas tintas para pintar, estamos misturando diversos pigmentos que têm a capacidade de absorver uma parte das luzes do espectro e refletir outras. Já vimos que misturando três cores de luzes — azul, verde e vermelha — obtém-se uma luz branca (lâmina 5.3a). O mesmo não acontece, porém, se misturarmos nossas tintas azul, amarela e vermelha, porque desta vez estamos misturando substâncias químicas (pigmentos) que têm propriedades próprias, e o resultado será uma tinta de cor preta. Estas três (azul, amarelo e vermelho) são as cores primárias (lâmina 5.3b). Para obter uma tinta de cor branca, precisamos de um pigmento que tenha a capacidade de refletir todos (ou quase todos) os comprimentos de onda da luz solar. A cor que percebemos como preta é precisamente a quase ausência de luz refletida da superfície de um objeto.

Vamos refletir a respeito dos termos empregados para designar as cores. Percebemos de imediato que temos apenas quatro termos básicos: vermelho, amarelo, verde e azul. Temos ainda dois termos relativamente distintos: marrom e violeta. Existem algumas cores que são designadas pela combinação dos termos acima mencionados, como, por exemplo, azul-esverdeado, verde-azulado, amarelo-esverdeado e assim por diante. Um grande número de matizes são descritos através da comparação com objetos característicos, como, por exemplo: azul-celeste, verde-garrafa, amarelo-ouro, vermelho-tijolo e cor de areia. Deve-se ter em mente, porém, que este tipo de designação não está completamente livre de ambigüidades, pois os "objetos característicos" podem ser incomuns, não existir ou apresentar coloração diferente em diferentes regiões geográficas. A designação "cor de laranja", usual nos Estados do sul do Brasil é freqüentemente substituída por "cor de jerimum" no nordeste, pois nesta região as laranjas, além de menos freqüentes, têm usualmente uma coloração amarelo-esverdeada.

Por outro lado, dar nomes cientificamente corretos às cores sempre foi um problema difícil, e dentre as propostas mais importantes para uma solução encontra-se a sugestão dada em 1915 por um retratista americano de nome Albert Munsell. Ele criou um sistema de representação tridimensional de cores que permite incorporar as variáveis *brilho*, *matiz* e *saturação*. O brilho refere-se à intensidade de cor. O matiz refere-se ao comprimento de onda e é a característica do estímulo que percebemos como cor; a saturação refere-se à pureza da cor. Tomemos o cor-de-rosa como exemplo: vermelho e cor-de-rosa têm o mesmo matiz, isto é, a mesma cor, o que os distingue é sua saturação, pois o cor-de-rosa é um vermelho diluído. O sólido elaborado por Munsell assemelha-se a uma laranja de 20 gomos, na qual cada gomo é reservado para uma determinada cor que pode variar de saturação, dependendo da distância a que ela se encontra do eixo central onde se concentram os tons mais acinzentados (menos saturados). Variações no brilho, que é outra variável das cores, são ordenadas de baixo para cima em cada gomo e dependem da quantidade de branco ou preto que foi adicionado à cor. Aproximadamente a mesma representação foi adotada por Geldard quando elaborou o fuso de cor mostrado na figura 5.3. Na lâmina 5.4, encontra-se um círculo de cores, ou círculo cromático, contendo as cores do espectro solar e a púrpura, que não faz parte deste espectro.

5.5. "Ver cores com as mãos" — Uma capacidade extra-sensorial?

Depois que duas repórteres americanas divulgaram o caso de uma camponesa russa que era capaz de discriminar cores com as mãos, verificou-se que muitas pessoas possuíam esta mesma capacidade, para a qual não

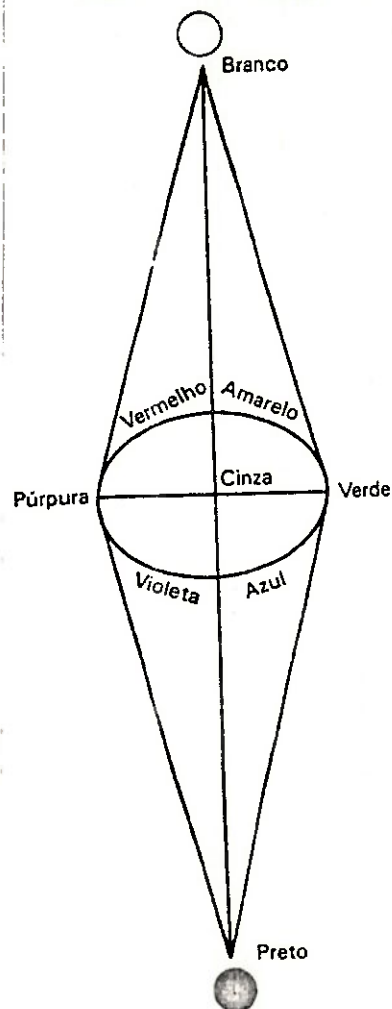


Figura 5.3. Uma forma simples do fuso de cor. A dimensão de brilho é representada pelo eixo vertical, que vai do branco ao preto, passado por todos os cinzas discrimináveis. A saturação da cor é representada pelo raio do círculo central e seu perímetro representa o matiz. É no perímetro do fuso que se encontram todos os comprimentos de onda do espectro visível (cores), bem como as púrpuras que são cores não espectrais resultantes da mistura de cores das extremidades do espectro (violeta e vermelho). Trata-se, portanto, de cores que não são monocromáticas.

havia uma explicação. Não se encontrava na pele destas pessoas nada que se assemelhasse a um fotorreceptor. Alguns autores chegaram a afirmar que aproximadamente trinta por cento das pessoas teriam esta capacidade, e publicaram-se manuais ensinando as principais etapas para a aquisição desta discriminação. Após muita controvérsia, um cientista mais cau-

teloso conseguiu demonstrar que não se tratava de poderes místériosos que estas pessoas possuíam. Seu primeiro cuidado foi medir a quantidade de calor que era absorvida ou refletida de superfícies de diferentes cores. A seguir, comparou estas medidas com os limiares diferenciais para temperatura e descobriu que a diferença entre a quantidade de calor refletida por uma superfície vermelha e uma superfície azul é muito maior que o limiar diferencial médio para temperatura do ser humano. Isto é, os receptores de temperatura da palma da mão têm sensibilidade suficiente para perceber o calor refletido pelos objetos. Depois que foram demonstradas as propriedades do sistema sensorial envolvido, o assunto passou da percepção extra-sensorial para a percepção sensorial.

O efeito da aprendizagem sobre a percepção

No capítulo anterior, vimos como o adulto adquire sua capacidade perceptiva ao longo do processo de maturação. Na verdade, esta aquisição está intimamente ligada a modificações neurais correspondentes ao processo natural de maturação. A percepção da criança é diferente da percepção do adulto, pelo simples fato de que seu sistema nervoso central ainda está em desenvolvimento. No entanto, nem todas as modificações ocorridas em nossas capacidades perceptivas podem ser diretamente associadas a modificações neurais. Assim, um adulto poderá ter melhor desempenho em uma complexa discriminação de forma não porque melhorou sua capacidade de discriminação, mas porque aprendeu estratégias melhores. Em muitos casos, estas estratégias podem ser aprendidas em poucos minutos, horas ou dias de treinamento prévio.

Um efeito ainda mais imediato sobre a percepção é causado pela predisposição, isto é, a expectativa que as pessoas têm para perceber algo específico, em função da situação em que se encontram. A predisposição para perceber uma determinada coisa pode, muitas vezes, ser induzida por uma simples instrução ou alguns poucos treinos. Consideremos, por exemplo, a figura 16.1. Se o observador for instruído a copiar letras, e talvez tenha, previamente, copiado uma série delas, certamente copiará a letra B. Se, por outro lado, o sujeito foi instruído a copiar números, ou o fez previamente, copiará o número 13. A predisposição do observador para ver letras ou números determinou sua percepção.

Um outro exemplo de predisposição formada pela simples inspeção prévia de uma figura pode ser visto na figura 16.2. Se o observador olhar inicialmente a figura *a*, verá *b* como um rato. Se iniciou olhando a figura *c*, verá *b* como a cabeça de um homem com óculos. Poucos segundos de inspeção prévia são suficientes para formar a predisposição. A figura *b* é uma figura ambígua. Se for observada isoladamente, alguns verão nela um rato e outros, a cabeça de um homem. Provavelmente, neste caso tam-

A D H I B K

89 54 13 67

Figura 16.1. Na linha superior e inferior aparece exatamente o mesmo B (ou 13), só que inserido em contextos diferentes: na linha superior o contexto de letras cria a predisposição para ler B, enquanto na linha inferior o contexto de números cria a predisposição para ler 13.

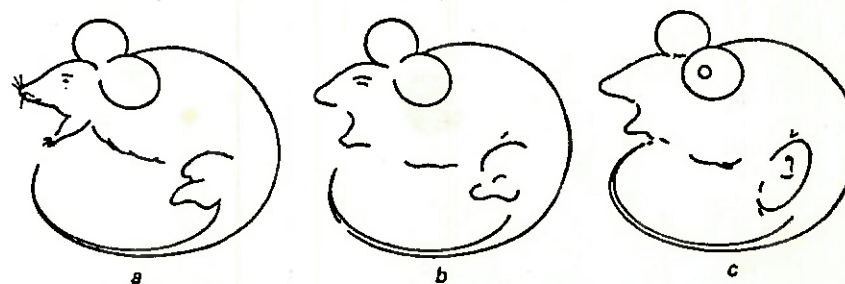


Figura 16.2. O desenho *a* parece um rato, enquanto o desenho *c* parece a cabeça de um homem. O desenho *b* é ambíguo e pode ser visto como um rato ou uma cabeça de homem. No entanto, se inicialmente for observado *a*, *b* parecerá um rato. Se inicialmente for observado *c*, *b* parecerá a cabeça de um homem.

bém estarão atuando experiências prévias, que podem ter ocorrido alguns minutos antes, ou há muito mais tempo, e que escapam ao controle do experimentador. A experiência prévia certamente predispõe o observador, criando uma expectativa. Se a figura *b* for observada por tempo prolongado, a maioria dos observadores relatará tratar-se de um rato. Repentinamente, verá a cabeça do homem, e vice-versa. Continuando a olhar para a figura, pode-se estabelecer uma alternância cíclica entre os dois perceptos. Algumas pessoas, no entanto, que vêem inicialmente o rato (ou a cabeça de homem), só conseguem ver a outra figura se receberem uma explicação detalhada a respeito do outro percepto. Trata-se nitidamente de diferenças individuais que podem ter correlação com a "personalidade" do observador.

A expectativa ou predisposição para ver um estímulo como sendo uma determinada coisa, e não outra, pode ser entendida também como um proces-

so de adaptação ou habituação, totalmente diferente da adaptação a uma luz intensa (adaptação do órgão sensorial periférico), ou da adaptação a um movimento contínuo, como na ilusão da queda-d'água (adaptação central). Trata-se de uma adaptação cognitiva, de expectativa. Talvez este tipo de adaptação também tenha seu correlato neural, mas ainda estamos longe de possuir dados experimentais objetivos a este respeito.

Como um último exemplo, a figura 16.3 mostra como pode ser criada uma predisposição na conhecida figura ambígua da noiva e da sogra. A questão fundamental que se coloca é, naturalmente, se em todos estes exemplos de predisposição criada por uma adaptação prévia houve modificação de nosso modo de *perceber* a figura ou de nosso modo de *interpretá-la*. Pode ser que sempre vejamos a figura da mesma maneira e simplesmente estamos mais prontos, devido à expectativa formada, a interpretar e responder que vimos uma e não outra coisa. Mas temos bons argumentos para acreditar que o que se modificou é a percepção em si e não apenas a interpretação. Ora, se percebermos a noiva, agrupamos os elementos da figura de uma forma totalmente diversa do que quando percebemos a sogra. As configurações (*Gestalten*) que se formam são totalmente diversas. Mas a formação das configurações é muito mais uma questão de percepção do que de interpretação. Esta é posterior à percepção em si.

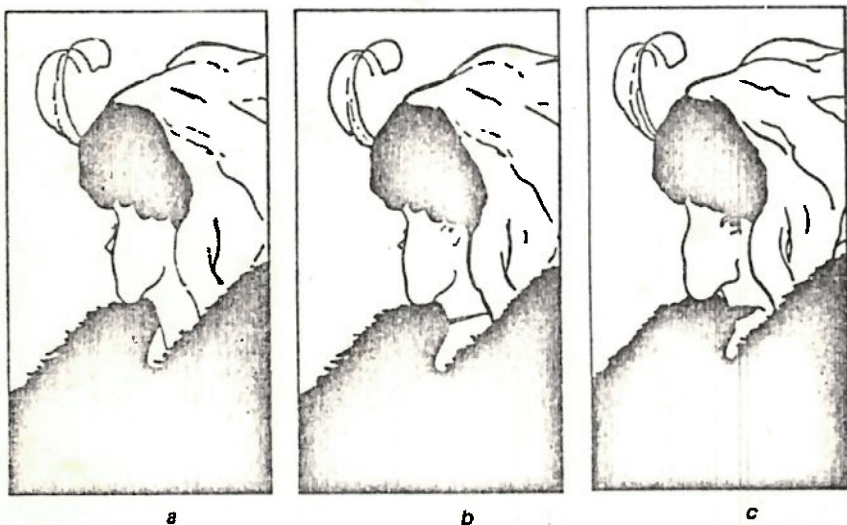


Figura 16.3. A figura *b* corresponde a figura ambígua, isto é, que é vista com igual probabilidade como "noiva" ou como "sogra". Se olharmos inicialmente a figura *a*, que provavelmente será vista como "noiva", veremos *b* como "noiva", sendo que o efeito pode estender-se até a figura *c*, que de modo geral é vista como "sogra". Olhando primeiramente a figura *c*, o efeito será o reverso.

Todos conhecemos a figura das rochas cobertas de neve que são vistas como a face de Jesus. Inicialmente, por mais que olhemos, vemos apenas as manchas (rochas), mas de repente conseguimos ver a face. Imediatamente, temos a sensação de um percepto diferente: é como se estivéssemos frente a um estímulo novo. Algumas pessoas, mesmo querendo, não conseguem voltar a ver apenas as rochas, pois é a percepção que se altera (e não a interpretação). Obviamente, a interpretação (cognição) pode alterar o percepto. É informação eferente que provém do córtex associativo (cognição) que atua sobre o sistema visual (córtex visual) e faz o percepto se tornar outro. O estímulo proximal, isto é, a projeção da imagem sobre a retina e os primeiros níveis de processamento da informação visual (na retina), naturalmente permanece inalterado.

Todos os exemplos que citamos até aqui mostraram como uma experiência imediatamente anterior altera, de fato, a percepção de um estímulo. Mas esta conclusão não pode ser generalizada sem restrições. Não são todas as tarefas perceptivas que são influenciadas pela experiência prévia. Um experimento clássico, realizado no princípio de nosso século, que procurou mostrar que a influência prévia altera a percepção, é o do psicólogo alemão Gottschaldt.

Gottschaldt acreditava que a exposição prévia a uma figura simples, como uma daquelas apresentadas na figura 16.4, faria com que o sujeito a reconhecesse quando lhe fossem apresentadas figuras complexas, nas quais a figura simples estaria contida (escondida). As figuras simples foram apresentadas centenas de vezes aos sujeitos do experimento, antes das figuras complexas. Apesar disso, praticamente nenhum deles referiu-se à figura simples quando solicitado a descrever a figura complexa. Portanto, nesta tarefa específica, não houve aprendizagem perceptiva alguma. Realmente, as figuras complexas utilizadas por Gottschaldt escondem muito bem as simples, formando um novo todo. Até o observador instruído para procurar as figuras simples nas complexas encontra, nisso, considerável dificuldade. Parece que a tendência de perceber uma Gestalt, isto é, uma configuração unitária, não pode ser rompida por treino prévio.

Num experimento posterior, Gottschaldt utilizou figuras muito mais simples (veja fig. 16.5), seguindo basicamente o mesmo paradigma experimental. Desta vez, o resultado foi diferente: um número significativo de pessoas descreveu a figura complexa, em função das simples a que tinham sido expostas anteriormente. Ficou claro, portanto, que a aprendizagem pode atuar sobre a percepção, porém somente em situações específicas.

Num outro experimento clássico foi utilizada uma série de figuras fragmentadas como as que aparecem na figura 16.6. Estas figuras não são reconhecidas de imediato. Mas se o sujeito puder inspecioná-las durante algum tempo, ou se receber algum indício a respeito do que se trata, repentinamente consegue reconhecê-las. Ocorre o mesmo que foi descrito anteriormente: uma figura sem sentido assume, repentinamente, significado e